

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-289126

(43)Date of publication of application : 14.10.2004

(51)Int.Cl.

H01L 21/027  
G03F 7/20

(21)Application number : 2003-417259

(71)Applicant : ASML NETHERLANDS BV

(22)Date of filing : 11.11.2003

(72)Inventor : LOF JOERI  
ANTONIUS THEODORUS ANNA MARIA  
DERKSEN  
HOOGENDAM CHRISTIAAN  
ALEXANDER  
KOLESNYCHENKO ALEKSEY  
LOOPSTRA ERIK ROELOF  
MODDERMAN THEODORUS MARINUS  
MULKENS JOHANNES CATHARINUS  
HUBERTUS  
RITSEMA ROELOF AEILKO SIEBRAND  
SIMON KLAUS  
DE SMIT JOHANNES THEODOOR  
STRAAIJER ALEXANDER  
STREEFKERK BOB  
VAN SANTEN HELMAR

(30)Priority

Priority number : 2002 02257822  
2003 03252955

Priority date : 12.11.2002  
13.05.2003

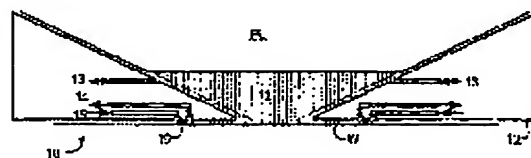
Priority country : EP  
EP

## (54) LITHOGRAPHY SYSTEM AND PROCESS FOR FABRICATING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a lithography projector in which a space between a substrate and a projection system is filled with liquid while minimizing the quantity of the liquid required to be accelerated during a stage operation.

SOLUTION: In the lithography projector, the space between the final element of the projection system and the substrate table of the lithography projector is surrounded by a sealing member. A gas seal is formed between the sealing member and the plane of the substrate and the liquid is confined in that space.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 11.11.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1]

- Radiation system which supplies the projection beam of a radiation,
- The supporting structure which supports a patterning means to patternize a projection beam according to the pattern for which it asks,
- Substrate table holding a substrate,
- Projection system which projects the patternized beam on the target part of a substrate,
- , and it is this liquid distribution system, [ the lithography projection equipment which consists of the last component of this projection system, and the liquid distribution system which fills the tooth space between these substrates with a liquid partially at least ]
- The last component of the above-mentioned projection system, and seal member of the above-mentioned tooth space between the above-mentioned substrate tables elongated along with the bordering part at least,
- Lithography projection equipment characterized by being constituted by this seal member and gas-seal means to form a gas seal between the front faces of this substrate.

[Claim 2]

The above-mentioned gas-seal means is equipment according to claim 1 characterized by being the gas bearing which supports the above-mentioned seal member on the above-mentioned substrate.

[Claim 3]

The above-mentioned gas-seal means is equipment according to claim 1 or 2 characterized by being constituted by the gas inlet and the first gas derivation opening which were formed in the field of the above-mentioned seal member which countered the above-mentioned substrate, means to supply gas to this inlet under pressurization, and vacuum means to extract gas from this first gas derivation opening.

[Claim 4]

Equipment according to claim 3 characterized by having further the further inlet arranged between the above-mentioned first gas derivation opening connected with the gas source, and the above-mentioned gas inlet.

[Claim 5]

The further above-mentioned inlet is equipment according to claim 4 characterized by consisting of the continuous annular slot in the field of the above-mentioned seal member facing the above-mentioned substrate.

[Claim 6]

The corner of the innermost part of the radial of the above-mentioned slot is equipment according to claim 5 characterized by having a radius.

[Claim 7]

The above-mentioned first gas derivation opening is equipment given in any 1 term of claims 3-6 characterized by consisting of the continuous annular slot in the field of the above-mentioned seal member facing the above-mentioned substrate.

[Claim 8]

The above-mentioned first gas derivation opening and/or the above-mentioned above-mentioned gas inlet are equipment given in any 1 term of claims 3-7 which consist of each chamber between the means of the above-mentioned supply, and the above-mentioned vacuum means, and opening of the inlet in the above-mentioned front face, or derivation opening, and are characterized by a chamber bringing about a flow rate limit lower than this opening.

[Claim 9]

The above-mentioned gas inlet is equipment given in any 1 term of claims 3-8 characterized by consisting of separate opening of the 1 continuation in the field of the above-mentioned seal member facing the above-mentioned substrate.

[Claim 10]

Equipment given in any 1 term of claims 3-9 characterized by arranging a porosity member in this gas inlet so that the flow of gas may be equally distributed to the field of a gas inlet.

[Claim 11]

It is equipment given in any 1 term of claims 3-10 which the above-mentioned gas-seal means is further equipped with the second gas derivation opening formed in the above-mentioned field of the above-mentioned seal member which countered the above-mentioned substrate, and are characterized by forming the above-mentioned first gas derivation opening and this second gas derivation opening in the both sides of the above-mentioned gas inlet.

[Claim 12]

Equipment given in any 1 term of claims 3-11 characterized by having further a means to change the level of the part of the above-mentioned field between the above-mentioned first gas derivation opening and the above-mentioned gas inlet, to the remaining part of the above-mentioned field.

[Claim 13]

This equipment is equipment given in any 1 term of claims 3-12 characterized by having further a means to change the level of the part of the above-mentioned field between the edges of the field nearest to the above-mentioned first gas derivation opening and the above-mentioned optical axis, to the remaining part of the above-mentioned field.

[Claim 14]

The above-mentioned gas-seal means is equipment given in any 1 term of claims 3-13 characterized by having the channel which is located in near at the optical axis of a projection system, and is formed in the above-mentioned field rather than the above-mentioned first gas derivation opening.

[Claim 15]

The above-mentioned channel is equipment according to claim 14 characterized by being the second gas inlet.

[Claim 16]

The above-mentioned channel is equipment according to claim 15 characterized by being open by the environment on the oil level in the above-mentioned tooth space.

[Claim 17]

The above-mentioned gas inlet is equipment given in any 1 term of claims 3-16 characterized by being further arranged outside rather than the above-mentioned first gas derivation opening from the optical axis of the above-mentioned projection system.

[Claim 18]

An above-mentioned gas inlet and above-mentioned gas derivation opening are equipment given in any 1 term of claims 3-17 characterized by consisting of two or more conduits led to the slot in this side of this seal member that countered this substrate, respectively, and this slot that took spacing and has been arranged.

[Claim 19]

Equipment given in any 1 term of claims 1-18 characterized by having further the sensor which measures the distance between the above-mentioned field of the above-mentioned seal member, and the topology of the above-mentioned substrate and/or the above-mentioned substrate.

[Claim 20]

Equipment given in any 1 term of claims 1-19 characterized by having further the adjustment device which adjusts the pressure of the gas in the above-mentioned gas-seal means in order to adjust the rigidity between the above-mentioned seal member and the above-mentioned substrate, and/or the distance between the above-mentioned seal member and the above-mentioned substrate.

[Claim 21]

The gap between the fields of this substrate that exists inside the above-mentioned seal member and the above-mentioned gas-seal means so that a liquid may be drawn in a gap by capillary action, and so that it may prevent the gas from/or a gas-seal member going into the above-mentioned tooth space between the above-mentioned projection system and the above-mentioned substrate is equipment given in any 1 term of said claim characterized by the small thing.

[Claim 22]

The above-mentioned seal member is equipment given in any 1 term of said claim characterized by surrounding the above-mentioned tooth space between the above-mentioned projection system and the above-mentioned substrate, and forming a closed loop.

[Claim 23]

- Radiation system which supplies the projection beam of a radiation,
- The supporting structure which supports a patterning means to patternize a projection beam according to the pattern for which it asks,
- Substrate table holding a substrate,
- Projection system which projects the patternized beam on the target part of a substrate,
- The minimum cross-section field of this duct [ in / in the lithography projection equipment which consists of the last component of this projection system and the liquid distribution system which fills the tooth space between these substrates with a liquid partially at least, this tooth space is connecting with the liquid reservoir and the liquid through the duct, and / a field perpendicular to the flow direction of a fluid ] is ,

[Equation 1]

$$\pi \left( \frac{8\Delta V \eta L}{\pi \Delta P_{\max} t_{\min}} \right)^{1/2}$$

It is lithography projection equipment which a next door and \*\*V are the amounts of the liquid which must be removed from this tooth space in time amount tmin, L is duct length, and eta is the viscosity of the liquid in this tooth space, and is characterized by \*\*Pmax being a maximum allowable working pressure concerning this last component.

[Claim 24]

Equipment according to claim 23 characterized by sealing this tooth space so that this liquid may not have a free top face when a liquid is in the above-mentioned tooth space.

[Claim 25]

- Radiation system which supplies the projection beam of a radiation,
- The supporting structure which supports a patterning means to patternize a projection beam according to the pattern for which it asks,
- Substrate table holding a substrate,
- Projection system which projects the patternized beam on the target part of a substrate,
- it be lithography projection equipment characterize by to have the control means which this liquid distribution system suppress generating of a wave on the maximum top face of the liquid in this liquid distribution system further in the lithography projection equipment which consist of the last component of this projection system , and the liquid distribution system which fill the tooth space between these substrates with a liquid partially at least , and include a pressure discharge means .

[Claim 26]

The above-mentioned control means is equipment according to claim 25 characterized by consisting of film with flexibility.

[Claim 27]

The above-mentioned control means is equipment according to claim 25 or 26 which consists of a mesh and is characterized by being equal to opening whose maximum field on the above-mentioned top face of the maximum of the above-mentioned liquid is a mesh.

[Claim 28]

The above-mentioned control means is equipment given in claims 25, 26, or 27 characterized by having a relief valve and passing a liquid with a specific pressure.

[Claim 29]

The above-mentioned control means is equipment according to claim 25 characterized by being the above-mentioned liquid and the liquid of the hyperviscosity which is nonmiscible.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[Field of the Invention]

[0001]

This invention,

- Radiation system which supplies the projection beam of a radiation,
- The supporting structure which supports a patterning means to patternize a projection beam according to the pattern for which it asks,
- Substrate table holding a substrate,
- Projection system which projects the patternized beam on the target part of a substrate,
- It is related with the lithography projection equipment which consists of the last component of this projection system, and the liquid distribution system which fills the tooth space between these substrates with a liquid partially at least.

[Background of the Invention]

[0002]

The vocabulary a "patterning means" means [ to use it in this specification ] Becoming should be interpreted by the wide sense as what hits the means which can be used in order to give the patternizing cross section which is in agreement with the pattern which should be made by the target part of a substrate to the radiation beam which carries out incidence. Moreover, the vocabulary "light valve" Becoming is also used in such a situation. Generally, the above-mentioned pattern is equivalent to the special stratum functionale made by the target part in a device which are an integrated circuit and other devices (see the following). The following is contained in such a patterning means. namely

- Mask. The concept of a mask is a well-known thing in lithography, and not only various hybrid mask types but the mask type like a binary mask and REBENSON mask and an attenuation phase shift mask is included in this. By arranging such a mask to a radiation beam, the alternative transparency (in the case of a penetrable mask) and alternative reflection (in the case of a reflexivity mask) according to the mask pattern of the radiation which irradiates a mask are enabled. When the supporting structure is required for the location for which the radiation beam which carries out incidence generally asks possible [ holding a mask ] in the case of a mask, it is the possible mask table of making it exercise to a beam.
- Programmable mirror array. As an example of such a device, the matrix address possible side which has a viscoelasticity control layer and a reflector is raised. Although the field where, as for the basal principle of such equipment, the address of the reflector (for example) was carried out reflects incident light as the diffracted light, the field by which the address is not carried out is reflecting incident light as the non-diffracted light. By using a suitable filter, it is possible to leave only the diffracted light and to carry out the filter of the above-mentioned non-diffracted light from a reflective beam. In this approach, pattern formation of the beam is carried out according to the address pattern of a matrix address possible side. With operation gestalt of a programmable mirror array another again, the matrix array of two or more small mirrors is used. Each of the mirror is separately leaned centering on the shaft by [ which apply the local electric field for which were suitable ] depending especially or using a piezo-electric actuation means. If it says once again, the matrix address will be possible for a mirror and the mirror by which the address was carried out by that cause will reflect an incident radiation beam in the different direction from the mirror by which the address is not carried out. Thus, pattern formation of the reflected beam is carried out according to the address pattern of a matrix address possible mirror. Matrix addressing needed is performed using a suitable electronic means. In the situation of above-mentioned both, a patterning means can consist of one or more programmable mirror arrays. rather than it is related with the mirror array which referred to here -- much

information -- the [ for example, / United States patent ] -- the [ US No. 5,296,891 and / this ] -- US No. 5,523,193 and a list -- the [ PCT patent kind application ] -- since it is indicated by WO 98/38597 and this WO 98/33096, please refer to these contents for details. In the case of a programmable mirror array, the above-mentioned supporting structure is materialized as a frame or a table, and if needed, this serves as fixed or serves as working.

- Programmable LCD array. the example of such a configuration -- the [ United States patent ] -- since it is indicated by US No. 5,229,872, for details, please refer to these contents. In the above, shape is taken as a frame or a table, and this also serves as fixed if needed, or the supporting structure which can be set in this case also serves as working the same. Suppose that the remainder of the text is limited to the example which needs a mask and a mask table, and is explained in a specific part for the purpose of compaction. However, the general principle discussed in such an example should be understood in the more extensive situation of a patterning means which was already expressed.

[0003]

Lithography projection equipment is usable in manufacture of an integrated circuit (IC). In this case, a patterning means generates the circuit pattern corresponding to each layer of IC. And image formation of this pattern can be carried out to the target part (for example, it consists of one or the die beyond it) on the substrate (silicon wafer) with which the layer of a radiation sensitization raw material (resist) was applied. Generally, the single wafer includes the whole contiguity target partial network by which a sequential exposure is carried out one [ at a time ] through a projection system. The current equipment using patterning with the mask on a mask table is classified into the machine of two different types. By one type of lithography projection equipment, each target part is irradiated by exposing a whole mask pattern by one actuation into a target part. Generally such equipment is called the wafer stepper. With another equipment called a step and scanning equipment, each target part is irradiated by scanning a mask pattern gradually with a projection beam to a predetermined reference direction (the "scanning" direction), and scanning a substrate table to these direction and parallel, or anti-parallel at this and coincidence. Generally, since projection equipment has the scale-factor multiplier  $M$  (generally  $<1$ ), the rate  $V$  by which a substrate table is scanned becomes one  $M$  times the multiplier of the rate by which a mask table is scanned of this. if the further information about the lithography device which indicated here indicates by reference -- the [ for example, / United States patent ] -- it can obtain from US No. 6,046,792.

[0004]

In the production process which uses lithography projection equipment, image formation of the pattern (for example, it can set on a mask) is carried out on the substrate partially covered in the layer of radiation sensitization material (resist) at least. A substrate passes through various kinds of processes like a priming, resist spreading, and software BEKO in advance of this image formation step. A substrate passes along other processes like measurement/inspection of postbake (PEB), development, postbake, and an image formation future after exposure. The array of this process is used as criteria for patternizing each layer of the component like IC. such a layer by which pattern formation was carried out -- and it passes through various processes, such as etching and the ion implantation (doping) which are the purpose which finishes each layer altogether, metallization, oxidation, and chemical machinery-polish. When the layer of several sheets is needed, it is necessary to repeat a whole process or its deformation in each new layer. Finally, the array of a component is formed on a substrate (wafer). Next, these components are separated from mutual by the technique like dicing or sewing. And a carrier is equipped with each component or it may be connected to a pin. The further information about such a process is Peter published from the MAGUROHIRU publication firm in 1997. van Since it is indicated by the 3rd edition of the books ("Microchip Fabrication: A Practical Guide to Semiconductor Processing") of the name Zant work and "the practical use guide to microchip manufacture: semi-conductor processing", and ISBN 0-07-067250-4, please refer to these contents for details.

[0005]

For the purpose of compaction, a projection system shall be called a "lens" from this. However, this vocabulary should be interpreted by the wide sense as what covers for example, a dioptrics system, a reflected light study system, and the projection system containing a catadioptric-system system various type. A radiation system can be equipped also with the component which works again according to such a design type of either which performs induction of the projection beam of a radiation, shaping, or control. Such a component is also called a "lens" intensively or in independent henceforth. Furthermore, lithography equipment is a thing of a type which has two or a substrate table beyond it (and or two or the mask table beyond it). It is used by the additional table in such a "multistage" device, standing in a row. Or while other

one or more tables are used for exposure, a reserve process is performed on one or more tables. by reference -- dual stage lithography equipment -- the [ United States patent ] -- the [ US No. 5,969,441 and / international patent application ] -- the publication is made in WO 98/No. 40791.

[0006]

Dipping the substrate in lithography projection equipment in the liquid like water which has a comparatively high refractive index is proposed so that the tooth space between the last component of a projection system and a substrate may be filled. Since an exposure radiation has shorter wavelength in a liquid, the point in this is making image formation of a smaller feature possible. (it can set to a system by the effectiveness of a liquid -- effective -- it is thought that NA also increases.)

[0007]

However, dipping a substrate table in a liquid means that there are a lot of liquids which must be accelerated during scan exposure. this -- an addition -- or a turbulent flow [ in / a more powerful motor is needed and / a liquid ] -- \*\* -- since better, a colander and the effect which cannot be predicted are brought about.

[0008]

It is related with having a liquid to lithography projection equipment, and there is difficulty of shoes. For example, making a liquid flow out produces a problem by destroying the vacuum, when [ in which it interferes with an interferometer ] it is necessary to depend especially and and a beam needs to be maintained at a vacuum in lithography projection equipment. Furthermore, a liquid is used at a remarkable rate as the suitable protection is not taken by it.

[0009]

The difficulty in keeping the depth of a liquid constant on the further problem relevant to immersion lithography and the difficulty in conveyance of the substrate to the bottom of an image formation location, i.e., the last projection system component, and conveyance from the image formation location are included. Moreover, contamination (based on the chemical which dissolved in the liquid) of a liquid, and the rise of the temperature of a liquid do effect harmful to the image formation quality which can be attained.

[0010]

It is necessary to perform the process for protecting especially the optical element of a projection system in the case of the control loss of failure of a computer, a power failure, or equipment by a certain reason. Moreover, it is necessary to establish the process which prevents that a liquid falls in other components of equipment.

[0011]

When a liquid has a free surface and a liquid distribution system is used, it is necessary to perform the process for preventing a wave occurring in the free surface according to the force applied to a liquid distribution system. A wave can tell vibration to a projection system from a substrate of operation.

[0012]

In the international patent application number WO 99/No. 49504, the lithography equipment with which a liquid is supplied to the tooth space between a projection lens and a wafer is indicated. When a wafer is scanned in the direction of X under a lens, a liquid is supplied on +X side of a lens and is taken up on -X side.

[Description of the Invention]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

[0013]

This invention makes the minimum the amount of a liquid with the need of being accelerated between stage actuation, and aims at offering the lithography projection equipment which filled the tooth space between a substrate and a projection system with the liquid.

[Means for Solving the Problem]

[0014]

Other purposes are attained by this purpose list in lithography projection equipment which was specified in the paragraph of the beginning according to this invention. Here, it is the above-mentioned liquid distribution system,

- The last component of the above-mentioned projection system, and seal member of the above-mentioned tooth space between the above-mentioned substrate tables elongated along with the bordering part at least,
- It consists of this seal member and a gas-seal means to form a gas seal between the front faces of this substrate.

[0015]

Even if it is a time of a substrate operating under a projection system, for example during scan exposure



from carrying out a gas-seal means in this way, and forming a noncontact seal between a seal member and a substrate, a liquid is confined in the tooth space between the last component of a projection system, and a substrate.

[0016]

A seal member makes the closed-loop configuration of either circular and the rectangle surrounding a tooth space, or other configurations, or the configuration of U mold or the configuration of a tooth space which has not only closed having elongated along the side on the other hand is also possible for it. When the seal member has not closed and a substrate is scanned under a projection system, a seal member is arranged so that a liquid may be shut up.

[0017]

Preferably, a gas-seal means is gas bearing which supports this seal member. This has the advantage in which the same part of a liquid distribution system is usable to both sealing of the liquid in the tooth space between bearing and the last component of a projection system, and a substrate, and this reduces the complexity and weight of a seal member. Moreover, the experience before obtaining from use of the gas bearing in a vacuum environment can be employed efficiently.

[0018]

Preferably, a gas-seal means is constituted by the gas inlet and the first gas derivation opening which were formed in the field of this seal member that countered the above-mentioned substrate, a means to supply gas to this inlet under pressurization, and vacuum means to extract gas from this first gas derivation opening. A gas inlet is further arranged outside rather than this first gas derivation opening from the optical axis of the above-mentioned projection system still more desirably. Thus, the flow of the gas in a gas seal confines a liquid most effectively toward the inside. In this case, a gas-seal means is further equipped with the second gas derivation opening advantageously formed in the field of the seal member which countered the substrate, and the first gas derivation opening and the second gas derivation opening are formed in the both sides of a gas inlet. The second gas derivation opening makes it possible to stop the gas which slips out from a gas inlet by the environment surrounding a seal member to the minimum. Therefore, the risk of the gas of interfering with an interferometer or reducing the vacuum in lithography equipment which falls out and comes out is stopped to the minimum.

[0019]

The liquid distribution system is equipped also with the sensor which measures the distance between the topology on the field of a seal member, and the top face of the maximum of a substrate and/or a substrate. Thus, an adjustment device may be used in order to change the field of a seal member, and the distance between substrates by adjusting for example, a gas-seal means with a feedforward method or a feedback method.

[0020]

This equipment is further equipped with a means to change the level of the part of this field of this seal member to the remaining part of a field with the first gas derivation opening and the edge of the field nearest to an optical axis. This is that adjustment of the pressure which confines a liquid in a tooth space is made apart from adjustment of the pressure under an inlet, and it can adjust the height of the seal member on a substrate, without disturbing the balance of the force which holds a liquid in a tooth space. It is using the means which makes this possible for an option changing the level of the part of the field between the first gas derivation opening or the second gas derivation opening, and a gas inlet to the remaining part of a field again. These three systems are usable in any combination.

[0021]

An option is preparing the channel for which the sealing function and bearing function of a gas-seal means are divided and which is located near the optical axis of a projection system and is formed in the field of a seal member rather than the first gas derivation opening again. Since a gas inlet and gas derivation opening are usable in order to change the height of the seal member on a substrate while the pressure of this channel can be changed so that a liquid may be confined in a tooth space, it cannot but act, only in order that these may support a seal member, and even if there is a sealing function, it cannot but be only slight.

[0022]

A still more advantageous future is a porosity member arranged in a gas inlet in order to distribute the flow of gas to the field of a gas inlet equally.

[0023]

This is convenient although a gas inlet and gas derivation opening are formed, and each of a gas inlet consists of two or more conduits led to the slot in this side of this seal member that countered this substrate,

and this slot that took spacing and has been arranged.

[0024]

Moreover, the small thing of the gap between this seal member and the field of this substrate that exists inside this gas-seal means is desirable so that a liquid may be drawn in a gap by capillary action, and so that it may prevent that the gas from/or a gas-seal member goes into this tooth space. The seal divided and stabilized by balance between the capillary action which draws a liquid, and the flow of the gas which extrudes it is formed in the bottom of a seal member.

[0025]

The tooth space between a substrate and a projection system is filled with a liquid, and it sets it as the further purpose to offer the lithography projection equipment which presses down the propagation of the disturbance between a substrate and a projection system to the minimum.

[0026]

Other purposes are attained by this purpose list according to this invention in lithography equipment which was specified in the paragraph of the beginning. Here, the minimum cross-section field of this duct [ in / this tooth space is connecting with the liquid reservoir and the liquid through the duct, and / a field perpendicular to the flow direction of a fluid ] is ,

[Equation 1]

$$\pi \left( \frac{8\Delta V \eta L}{\pi \Delta P_{\max} t_{\min}} \right)^{1/2}$$

A next door and \*\*V are the amounts of the liquid which must be removed from this tooth space in time amount tmin, L is duct length, and eta is the viscosity of the liquid in this tooth space, and \*\*Pmax is a maximum allowable working pressure concerning this last component.

[0027]

It has the advantage in which it can be controlled completely so that, as for this equipment, a liquid may not have the big free surface which a wave generates. That is, the enclosing of a tooth space or the reservoir is carried out at the topmost part, and the reservoir is filled with the liquid. since there is fully so much this that the damage to the last component of a projection system may be avoided through a duct in the case of crash of the amount of the fluid which can flow out of equipment in predetermined time amount ( time amount of the crash measured experimentally ) , before the pressure in a tooth space reaches the level which generates damage -- a duct -- a passage -- a liquid -- it can slip out -- since -- it is -- . When a seal member operates to the last component, it must slip out of a liquid. Otherwise, the hydrostatic pressure poured on the last component between relative actuation of the last component to a seal member will do damage to the last component.

[0028]

In another mode of this invention, lithography equipment which was specified in the paragraph of the beginning is offered. Here, further, on the maximum top face of the liquid in this liquid distribution system, a liquid distribution system suppresses generating of a wave, and is equipped with a control means including a pressure discharge means.

[0029]

Thus, generating of a wave is suppressed when a control means contacts the maximum top face of a liquid. in order [ however, ] to avoid the damage to the last component in the case of crash -- in addition -- and a liquid can slip out from this tooth space.

[0030]

One method of offering a control means is putting the liquid in a tooth space, and the liquid of nonmiscible hyperviscosity on the liquid maximum top face in a tooth space through the film with flexibility. In each of these \*\*\*\*, a pressure discharge function is brought about with the flexibility of a control means.

[0031]

In another mode of this invention,

- Step which offers the substrate partially covered with the layer of radiation sensitive material at least,
- Step which supplies the projection beam of a radiation using a radiation system,
- Step which gives a pattern to the cross section of a projection beam using a patterning means,
- Step which projects the beam with which the radiation was patternized by the target part of the layer of

radiation sensitive material,

- The device manufacture approach which consists of a step which supplies a liquid so that the tooth space between the last components of a substrate and the projection system used in the above-mentioned projection step may be filled is offered,
  - or [ forming a gas seal between the seal member of this tooth space elongated along with the bordering part at least, and the front face of this substrate ] -- or
  - It is either of whether the liquid reservoir connected with this tooth space with a liquid through a duct is offered,
  - This duct,
- [Equation 2]

$$\pi \left( \frac{8\Delta V \eta L}{\pi \Delta P_{\max} t_{\min}} \right)^{1/2}$$

it has the minimum cross-section field in a field perpendicular to the flow direction of \*\*\*\*\*, and \*\*V is the amount of the liquid which must be removed from this tooth space in time amount tmin here, L is duct length, and eta is the viscosity of the liquid in this tooth space, and \*\*Pmax is a maximum allowable working pressure on this last component -- the description -- carrying out -- or

- It is characterized by controlling generating of the wave of this liquid with a control means, and making the pressure of this liquid cancel.

[0032]

Although detailed reference explanation is given in manufacture of IC about the usage of the equipment by this invention in the text, it should be understood clearly that such equipment is usable also in many other applications. For example, the equipment by this invention may be used for manufacture of the guidance for integrated optics equipment and magnetic domain memories and a detection pattern, a liquid crystal display panel, the thin film magnetic head, etc. In such an alternative-application, vocabulary of use [ it / transposing to the more general vocabulary / say / a "mask", a "substrate", and a "target part" /, respectively ] called the "reticle", the "wafer", and the "die" which were used in the text is clear for the expert of the technical field concerned.

[0033]

Vocabulary called the "radiation" and the "beam" which were used in this specification covers all types not only including the particle beam like an ion beam or an electron beam but ultraviolet rays (for example, it has the wavelength of 365nm, 248nm, 193nm, 157nm, or 126nm) of electromagnetic radiation.

[0034]

Detail explanation about the example of this invention shall be given for an attached drawing to reference only in the approach of instantiation. The same reference number shall be similarly included in components through a complete diagram.

[Example 1]

[0035]

Drawing 1 shows the lithography projection equipment based on the original operation gestalt of this invention. The radiation systems Ex and IL which were equipped with the radiation source LA in this operation gestalt with this special equipment and which supply the projection beam PB (for example, DUV radiation) of a radiation, The first object table MT which connected with a first positioning means to hold Mask MA (for example, REKUCHIRU) and to mask electrode-holder w Have and to position a mask correctly to Items PL (mask table) The second object table WT which connected with a second positioning means to have a substrate holder holding Substrate W (for example, resist spreading silicon wafer), and to position a substrate correctly to Items PL (substrate table) It is constituted by the projection system ("lens") (for example, reflective dioptric lens system) PL which carries out image formation of the exposure part of Mask MA to the target part C of Substrate W (for example, it consists of one or the die beyond it). This equipment is a transparency type (that is, it has a transparency mask) as shown here. However, generally the reflective type thing which has a reflective mask is also possible. Or the patterning means of other classes like the programmable mirror array which is a type relevant to the above of this equipment is also usable.

[0036]

Source LA (for example, excimer laser) makes the beam of a radiation. Directly, after this beam crosses the

conditioning means like the beam expander Ex, it is supplied to lighting system (lighting system) IL. A lighting system IL consists of the adjustment device AM which sets up the exterior of intensity distribution and/, or the internal radiation range (it is generally equivalent to sigma-outer and sigma-inner, respectively) in a beam. Furthermore, generally a lighting system IL is equipped with other various components like Integrator IN and Capacitor CO. Thus, the beam PB which irradiates Mask MA has the homogeneity and intensity distribution for which it continues and asks in the cross section.

[0037]

drawing 1 -- being related -- Source LA -- the inside of housing of lithography equipment -- it is (there is much this, when the source is a mercury lamp) -- however, it comments also on it being possible to separate from lithography projection equipment and to arrange. In this case, the radiation beam which Source LA makes is drawn in equipment (induction mirror for which were suitable). In the scenario of this latter, Source LA is an excimer laser in many cases. This invention and a claim cover both scenario of these.

[0038]

Then, incidence of the beam PB is carried out to the mask MA currently held on the mask table MT. Beam PB passes the lens PL which crosses Mask MA and doubles the focus of Beam PB on the target part C of Substrate W. With the second positioning means (and the interference measurement means IF), the substrate table WT can exercise correctly, in order to double a location with a different target part C in the path of Beam PB. Similarly, it is usable after the first positioning means searches Mask MA mechanically for example, from a mask library, or so that Mask MA may be correctly positioned to the path of Beam PB between scan movements. Generally, movement of the object object table MT and WT is performed by a long-stroke module (coarse adjustment positioning) and the short stroke module (jogging positioning). About this, it is not showing clearly to drawing 1 . however, in the case of a wafer stepper (a step and scanning equipment -- by contrast), the mask table MT is only connected with a short stroke actuator, or is fixed.

[0039]

The equipment which expressed here is usable in the two different modes.

- In step mode, the mask table MT is kept fundamental to the quiescent state. And the whole image of a mask is projected on the target part C by one actuation (namely, 1 time of "flash plate"). Next, the substrate table WT is shifted in x directions and/, or the direction of y, and a different target part C may be irradiated by Beam PB.

- In scanning mode, although the same scenario is applied fundamentally, the predetermined target part C is not exposed with 1 time of a "flash plate" here. Instead, the mask table MT can exercise in the predetermined direction "the so-called scanning direction of y", for example, the direction, at a rate v, and Beam PB scans the image of a mask by it. It can come, simultaneously the substrate table WT exercises for the same direction or an opposite direction by rate  $V=Mv$ . Here, M is the scale factor (generally  $M=1/4$  or  $1/5$ ) of Lens PL. Thus, it becomes possible to expose the comparatively big target part C, without reaching a compromise in resolution.

[0040]

Drawing 2 shows a projection system and the liquid reservoir 10 between substrate stages. The liquid 11 which has a comparatively high refractive index which is water is filled through installation/derivation duct 13 by the liquid reservoir 10. The effectiveness of a liquid is to have shorter wavelength with a liquid and enable resolving of a smaller feature rather than the radiation of a projection beam can set to air or a vacuum. The wavelength of a projection beam and the numerical aperture of a system especially determine the resolution limitation of a projection system. It is thought that existence of a liquid also increases effective numerical aperture. Furthermore, the liquid is effective for increasing depth of field with the numerical aperture of immobilization.

[0041]

The reservoir 10 forms the noncontact seal to a substrate in the surroundings of the image field of a projection system, and the liquid is shut up so that the tooth space between a substrate front face and the last component of a projection system may be filled. The reservoir is formed from the seal member 12 which surrounded this and has been arranged under the last component of the projection system PL. It is put into a liquid to the tooth space in the seal member 12 under a projection system. The seal member 12 is elongated now exceeding a little last component of a projection system, an oil level goes up to the last component, and the buffer of a liquid is brought about. It may be the upper limit section, and the seal member 12 has the inner circumference which is preferably in agreement with the step or its last component of a projection system just, and may be round, for example. In a pars basilaris ossis occipitalis, although inner

circumference is not necessarily restricted to this, it is in agreement with the configuration of the rectangular image field just.

[0042]

A liquid is shut up by the reservoir with the pars basilaris ossis occipitalis of the seal member 12, and the gas seal 16 between substrate W front faces. a gas seal -- for example, air and the gas like synthetic Ayr -- however, it is preferably formed by N<sub>2</sub> or other inert gas. Such gas is supplied to the gap between the seal member 12 and a substrate under pressurization through an inlet 15, and is extracted by the first derivation opening 14. The overpressure to a gas inlet 15, the vacuum level of the first derivation opening 14, and the geometry of a gap are adjusted so that the airstream of the high speed to the interior which shuts up a liquid may arise. This is shown more in the detail in drawing 3.

[0043]

The gas seal is formed from two annular slots 18 and 19, and these annular slots are connected with the first inlet 15 and the first derivation opening 14 by small KONDAKUTO (conduct) which took the tooth space and followed the surroundings of a slot, respectively. An inlet 15 and the derivation opening 14 are the slots or slits which are two or more separate orifices surrounding the periphery of the seal member 24, or continued. The annular big impression to a seal member is established in an inlet and derivation openings of each, and forms a manifold. By acting as gas bearing, the gas seal is effective also in supporting the seal member 12.

[0044]

Although the small and longer one of the gap G1 on the outside of a gas inlet 15 is desirable so that resistance may be given to the flow of the air which goes outside, it comes out so and does not necessarily have a certain need. The gap G2 of the semicircle upper limit of the inlet 15 formed of many surrounding small holes of a seal member is somewhat large, and certainly distributes the surrounding gas of a seal member fully. Gap G3 is chosen so that the flow of the gas which passes along a seal may be controlled. As for the gap G4, vacuous distribution has become greatly so that may be made well. The derivation opening 14 is formed of many small holes by the same approach as an inlet 15. The gap G5 is small so that it may avoid a lot of liquids entering and barring a vacuum, and so that [ so that it may prevent spreading gas/oxygen into the liquid in a tooth space, and ] this may always be certainly filled with a liquid according to capillarity.

[0045]

Thus, a gas seal is the balance between the capillary force which draws a liquid in a gap, and the airstream which extrudes a liquid. It is stabilized, even when capillary force is reduced, the flow of air increases, the boundary line of a liquid will serve as this field and a substrate will run by the bottom of the projection system PL, if a gap becomes large from G5 G4.

[0046]

The flow rate of the gas by which the differential pressure between not only the size and geometry of gap G3 but the inlet in G2 and derivation opening in G4 passes along a seal 16 is determined, and this differential pressure is determined according to a concrete operation gestalt. On the other hand, the die length of gap G3 is short, and remarkable effectiveness is reached when the absolute pressure in G2 is twice the absolute pressure in G4. In this case, a gas rate is the speed of sound in gas, and does not increase any more. Therefore, the flow of stable gas is attained.

[0047]

By reducing gas introducing pressure and making a liquid go into a gap G4, a gas derivation system may be used, also in case a liquid is completely removed from a system by sucking out with a vacuum system. This can be easily adjusted, as well as the gas used in order to form a seal in order to deal with a liquid. The pressure regulation of a gas seal is used also in order to make the liquid which passes along a gap G5 flow certainly so that the liquid of the gap G5 heated by friction may not disturb the liquid temperature of the tooth space under a projection system, when a substrate operates.

[0048]

The configuration of the surrounding seal member of a gas inlet and derivation opening should be chosen so that a laminar flow may be brought about as much as possible, in order to reduce a turbulent flow and vibration. Moreover, the flow of gas should be adjusted so that change of the flow direction in the interface of a liquid may become as large as possible, in order to bring about the maximum force which shuts up a liquid.

[0049]

A liquid distribution system circulates the liquid of a reservoir 10, and, thereby, supplies a fresh liquid to a

reservoir 10.

[0050]

A gas seal 16 can make the force of sufficient magnitude to support the seal member 12. In order to actually raise the effective kilogram supported by the seal member 12, it is necessary to carry out bias of the seal member 12 in the direction of a substrate. In any case, the seal member 12 is substantially held in a static position to a projection system in XY side (perpendicular to an optical axis) under a parenthesis, but it is separated from a projection system. The seal member 12 moves to a Z direction, and Rx and Ry freely.

[Example 2]

[0051]

The 2nd example is shown in drawing 4 and drawing 5. The 2nd example is the same as the 1st example except for the contents of the publication below.

[0052]

In this example, the second gas derivation opening 216 is formed in the opposite side of a gas inlet 15 to the first gas derivation opening 14. In this approach, the gas which falls out from a gas inlet 15 outside, and comes out from the optical axis of equipment to it is sucked up with the second derivation opening 216 connected with the vacuum source. Thus, it prevents that gas slips out from a gas seal so that the vacuum in which for example, interferometer read or the projection system, and/or the substrate are held for gas, and interference may be impossible.

[0053]

Other advantages of this example which uses two gas derivation openings are that this design is very similar with the design of the air bearing before used in lithography equipment. Therefore, it is possible to apply directly experience obtained from such air bearing to the gas seal of this example. Since especially the gas seal of the 2nd example is suitable for the use as gas bearing only as a seal means, it can use this for support of the weight of the seal member 12.

[0054]

In order to measure the base of the seal member 12, and the distance between Substrates W, or in order to measure the topology of the top face of Substrate W, a sensor is formed effectively. In order to change 14 of a gas inlet and derivation opening, and the pressure impressed to 15, 216, it is possible to use an adjustment device, and the pressure P2 which shuts up a liquid 11, and the pressures P1 and P3 which support the seal member 12 are changed into a reservoir. Therefore, the distance D between the seal member 12 and Substrate W is changed, or it is maintained by fixed distance. The same adjustment device may be used for maintaining the field of the seal member 12. The same adjustment device may be adjusted by either a feedforward adjustment loop formation or the feedback adjustment loop formation.

[0055]

Drawing 5 shows how a gas seal is adjusted and it gets to a detail, in order to adjust separately to a reservoir the pressure P2 holding a liquid, and the pressure P3 which supports the seal member 12. This special adjustment is useful in order to offer the approach of pressing down the liquid loss under operation to the minimum. In the 2nd example, accommodation of pressures P2 and P3 is enabled separately, and the condition under exposure is changed. It is set to the level from which the liquid loss for every unit time amount differs that condition changes, a different scan speed or when the edge of Substrate W probably overlaps by the seal member 12. This is attained by offering a means to change the distance over the substrate W of each part in the field of the seal member 12 facing Substrate W. The part 220 between the edges of the first gas derivation opening 14 and the seal member 12 nearest to an optical axis, the part 230 between a gas inlet 15 and the first gas derivation opening 14, and the part 240 between the second gas derivation opening 216 and a gas inlet 15 are included in such a part. An electrostrictive actuator is used for these parts and they operate in the direction of substrate W, and the direction which separates from Substrate W. That is, the base of the seal member 12 consists of an electrostrictive actuator (desirably stack). This electrostrictive actuator can be extended/contracted by giving the potential difference which crosses these. Moreover, it is also possible to use other mechanical means.

[0056]

the pressure P5 of the gas by which the pressure P3 made under a gas inlet 15 is impressed to a gas inlet 15, the first gas derivation opening 14, and the second gas derivation opening 216 -- it is alike, respectively and is determined by the bottom face-to-face distance D of the seal member 12 which faced pressures P6 and P4, and Substrate W and Substrate W of the gas impressed. Moreover, the horizontal distance between a gas inlet and gas derivation opening also affects it.

[0057]



The weight of the seal member 12 is amended by the pressure P3, and, thereby, the seal member 12 decides the distance D from Wafer W. The reduction in D serves as an increment in P3, and the increment in D serves as reduction of P3. Therefore, this can be called self-regulating system.

[0058]

Only adjustment of distance D is enabled by pressures P4, P5, and P6 by the fixed knockout force by the pressure P3. However, the combination of P5, P6, and D makes the pressure P2 which is a pressure which holds a liquid 11 to a reservoir. The amount of the liquid which slips out of the container of a liquid on predetermined pressure level is computable, and the pressure in Liquid PLIQ is also important for it. When PLIQ is larger than P2, a liquid escapes from a reservoir and it comes out of it. moreover -- case PLIQ is smaller than P2 -- good -- since better, colander air bubbles are generated into a liquid. It is desirable to maintain P2 to a value slightly smaller than PLIQ so that air bubbles may not be made certainly, and so that so many liquids may fall out and it may not appear in a liquid, when this liquid needs to be exchanged. Preferably, this is all made by the constant D. If the distance D1 between a part 220 and Wafer W is changed, since the amount of the liquid which falls out and comes out will change by the square of distance D1, the amount of the liquid which slips out of a reservoir is considerably changeable. Fluctuation of the distance needed is about only 1mm thing, and is 10 micrometers desirably. This is easily made possible by the piezo-electric stack which has the operation electrical potential difference of the order beyond 100V.

[0059]

Or it is possible by arranging a piezoelectric device at the pars basilaris ossis occipitalis of a part 230 to adjust the amount of liquids of which it can slip out. It is effective in changing a pressure P2 to change distance D2. However, probably, this solution needs adjustment of the pressure P5 in a gas inlet 15, in order to maintain a constant D.

[0060]

Naturally, it is also possible to change the distance D3 between the lower order part of a part 240 and Substrate W by the same approach, and it is also possible to use it for each adjustment of P2 and P3. It will be understood to be pressures P4, P5, and P6 that it is possible to combine and to adjust altogether separately distance D1, D2, and D3 in order to change P2 and P3 into a desired value.

[0061]

The 2nd example is actually effective in especially the use in active management of the amount of liquids of a reservoir 10. It will be in the condition that a gas seal is active, in order that the standby condition of projection equipment that image formation of Substrate W is not performed may support the seal member 12 by that cause, although the liquid of a reservoir 10 is empty. After Substrate W has been arranged, a liquid is introduced in a reservoir 10. Next, image formation of the substrate W is carried out. Before removing Substrate W, the liquid from a reservoir can be removed. The liquid in a reservoir 10 is removed after exposure of the last substrate. A gas purge must be applied so that the field where the liquid was before filled whenever it removed the liquid may be dried. A liquid can be easily removed completely in equipment according to the 2nd example by changing P2, maintaining a constant P3, as mentioned above. in other examples, when P4 and a suitable case when required -- changes P5 and P6, the same effectiveness can be attained.

[Example 3]

[0062]

As shown in drawing 6, a channel 320 is formed in the field of the seal member 12 which faced Substrate W inside the first gas derivation opening 14 (still closer to the optical axis of a projection system) as the alternative of the 2nd example, or the further expansion. A channel 320 has 14 of a gas inlet and derivation opening, and the same configuration as 15,216.

[0063]

It is possible to change a pressure P2 separately [ a pressure P3 ] by using a channel 320. Or the liquid consumption from the reservoir under operation is considerably reduced by carrying out opening of the channel from the oil level of a reservoir 10 to upper ambient pressure. Although a channel 320 can be combined also with an example like other throats and it might be used especially combining the 1st example, this example was explained in combination with the 2nd example. a gas inlet 15 and the first gas derivation opening 14 (again -- a certain specific example -- setting -- the second gas derivation opening 216) of the further advantage are not disturbed.

[0064]

Furthermore, although three components are shown here, it is possible to take in even how many channels to the field of the seal member 12 facing Substrate W. The pressure is given to each channel in order to

improve the rigidity of a liquid distribution system, liquid consumption, stability, or other properties.

[Example 4]

[0065]

If the 4th example shown in drawing 7 and drawing 8 removes the contents of the publication below, it is the same as the 1st example. However, the 4th example can also be effectively used here with the example besides either of a publication.

[0066]

In the 4th example, the porosity members 410, such as porous carbon and a porosity ceramic member, are preferably attached in a gas inlet 15. Here, gas escapes from and comes out from the base of a seal member. Preferably, the base of a porosity member is on the same flat surface as the base of a seal member. The gas which is unrelated to the field which is not completely (it can set to Substrate W in this case) even as for this porous carbon member 410, escapes from an inlet 14, and comes out is well distributed to the whole outlet of an inlet. When the field where a gas seal contacts in this point when the seal member 12 is partially arranged on the edge of Substrate W is not even, the advantage acquired by using the porosity member 410 is also clear.

[0067]

In another gestalt of the 4th example, it is possible to arrange the porosity member 410 to the vacuum channel 14. \*\*\*\*\* -- since -- the porosity member 410 should have the hole chosen so that a pressurization condition might be maintained, avoiding colander pressure loss. This is advantageous when carrying out image formation of the edge of Substrate W, and gas bearing operates the edge top of Substrate W. Even if the precompression in an edge location loses, it will be because fluctuation of precompression is reduced considerably and a vacuum channel is not polluted by the gas of a large quantity and a variety in a continuous change of the surfacing quantity on a stage, and the force.

[Example 5]

[0068]

Generally in all the above-mentioned examples, it has a liquid in the reservoir 10 exposed to gas which has the free surface, and which is called air. this -- the last component of the projection system PL -- a projection system -- dead water -- it comes out in order to prevent destroying in the crash by the force increasing. During crash, when the projection system PL acts to it, the liquid in a reservoir 10 is not made to control, but it is obliged for a liquid to go up up easily. the fault of this solution -- under operation -- the free surface -- a surface wave -- being generated -- thereby -- the projection system PL from Substrate W -- good -- since better, it is telling colander disturbance.

[0069]

The one approach of solving this problem is that a reservoir 10 is made to be contained completely [ especially that top face ] in a seal member. A liquid is supplied to a reservoir 10 through a duct from the second reservoir. a projection system since it is obliged for this second reservoir to be able to have the maximum top face which is not controlled, and for a liquid to go in the second reservoir through a duct during crash -- setting -- the big dead water to the first reservoir 10 -- it avoids that the force arises.

[0070]

In such a closed system, the local increment in the pressure of the liquid in a projection system is avoided by certainly having the cross-section field where the duct connected with a reservoir is equal to the duct which has a radius according to the following equality.

[Equation 3]

$$R = \left( \frac{8\Delta V\eta L}{\pi\Delta Pt} \right)^{1/4}$$

R is a duct radius, \*\*V is the amount of the liquid which must be removed from a reservoir 10 in time amount t, L is the die length of a duct, and eta is the viscosity of a liquid here, and \*\*P is the differential pressure between the second reservoir and the first reservoir 10. When assumption that a substrate table may crash by 0.2m (it measures by experiment)/second in rate, and \*\*Pmax is 104Pa (it can last before a damage produces the last component of a projection system in a maximum pressure) is built, a need pipe radius is about 2.5mm to 0.2m duct length. Desirably, the effective radius of a duct is twice [ at least ] the minimum value obtained from a formula.



[0071]

the projection system PL -- the time of crash -- in addition -- and it is providing the free surface of a liquid with the control [ in / again / in an option / the maximum top face of the liquid of a reservoir 10 ] film 510 which avoids formation of a wave in the liquid of a reservoir 10, making it protected. This solution needs the insurance means 515 in order to make a liquid discharge without making it a too high pressure in crash. The one solution is shown in drawing 9 . By consisting of a flexible ingredient, a liquid is the approach of slipping out between the projection system PL and the control film 510 or of between the control film and a seal member, respectively, and the control film is attached in the wall or projection system of the seal member 12, when this makes the control film 510 with which a liquid has flexibility before the pressure of a liquid reaches predetermined permission maximum transform. Thus, a liquid is able to slip out of the insurance film, without doing damage at the projection system PL in crash. The thing of a reservoir 10 for which it has a tooth space on the control film of the volume at least about this example is clearly desirable. Therefore, although it is fully so hard that formation of a wave can be avoided on the maximum top face of the liquid in a reservoir 10, the film with flexibility is not hard to the forge fire which prevents a liquid falling out and coming out, once a liquid reaches predetermined hydrostatic pressure. In combination with the harder control film, the same effectiveness is reached by using the pressure valve 515 which makes free flow of a liquid possible above a predetermined pressure.

[0072]

With another gestalt of a control means, a liquid with high viscosity is arranged to the free surface of the topmost part of the liquid of a reservoir 10 again. This controls formation of a surface wave, not blocking the projection system PL but making it slip out of a liquid in crash. Naturally, a hyperviscous liquid must be nonmiscible [ which are used in a tooth space 10 / the liquid and nonmiscible ].

[0073]

The further alternative of the liquid control means 510 about it is constituting from a mesh. The maximum top face of a liquid is divided into two or more parts of area with small each in this approach. The surface area of these two or more parts is equal to opening of a mesh, and since generation of a big surface wave by that cause is suppressed effectively, generating of the big surface wave which is made by resonance and checks a projection system is avoided. Moreover, the effective pressure discharge mechanism which carries out projection system protection in the case of crash is brought about by the mesh by making possible the liquid flow which passes along the opening.

[Example 6]

[0074]

The 6th example shown in drawing 10 and drawing 11 is the same as the 1st example except for the contents of the publication below. The 6th example uses some of proposals in an above-mentioned example.

[0075]

The immersion liquid 11 is confined in the field under a projection system in another example by the seal member 12 which surrounded this and has been arranged under the last component of a projection system.

[0076]

The gas seal between the seal member 12 and Substrate W is formed from the inlet and derivation opening of three types. Generally the seal member equips the derivation opening 614, the inlet 615, and the pan with another inlet 617. these -- the most near projection system PL -- the derivation opening 614 -- the derivation opening 614 -- the inlet 615 is immediately arranged further in the distance most from another inlet 617 and the projection system PL outside. An inlet 615 changes from the air bearing at which gas supply is made to two or more derivation holes 620 in the front face of the seal member 12 facing Substrate W through the annular chamber 622. The role of both making possible flow of the air to derivation opening 614 direction which helps for the force of air of slipping out of the derivation opening 620 to carry out the seal of the immersion liquid confined in the local field under the projection system PL to the thing of the weight of the seal member 12 for which a part is supported at least is made. The purpose of a chamber 622 is that the separate gas supply orifice 625 supplies gas by the uniform pressure in the derivation hole 620. A diameter is about 0.25mm and the derivation hole 620 has the derivation hole 620 which are. even if there is a difference of the magnitude of the order in the flow rate limit between the derivation hole 620 and a chamber 622 and this is the small number 625, i.e., one Maine supply orifice, -- the derivation hole 620 -- the uniform outflow from all is enabled.

[0077]

The gas which escapes from the derivation hole 620 and comes out flows to a radial at both the inside and an outside. The air which flows from the derivation opening 614 inside to a radial is effective in forming the

seal between a seal member and Substrate W. However, when the flow of air was further brought about by the further inlet 617, it turned out that a seal is improved. The path 630 is connected with the gas source, for example, the open air. The flow inside the radial of the air from an inlet 615 is effective in drawing gas further toward the derivation opening 614 from the further inlet 617.

[0078]

The sealing flow of the edge of the innermost part of a slot 633 and the gas between the derivation openings 614 ensures the annular slot 633 established in the edge (not being a continuous separate inlet) of a path 630 as [ uniformly ] in the whole periphery. Generally width of face is 2.5mm, and a slot has the same height.

[0079]

A radius which is illustrated is brought about and the edge 635 of the innermost part of a slot 633 makes possible smooth flow of the gas which faces to the derivation opening 614 through a path 630.

[0080]

Although height is about 0.7mm only, as for the derivation opening 614, width of face has the 6 to 7mm continuous slot 640 again. About 90-degree sharp edge is brought about, and the edge 642 of the outermost part of a slot 640 is accelerated so that the flow of gas, especially the flow of the gas from the further inlet 630 may heighten the effectiveness of a gas seal by it. A slot 640 has two or more derivation holes 645 which are connected with the annular chamber 647 and which are therefore connected with the separate derivation path 649. As for two or more derivation holes 645, a diameter is subdivided by waterdrop with the waterdrop are about 1mm and smaller which passes through the derivation hole 645 by that cause.

[0081]

It is possible to adjust the liquid removal effectiveness of the seal member 12 by the regulator valve 638 connected with the further inlet 617. The valve 638 is effective in adjustment of the flow rate passing through the further inlet 617, and this changes the liquid removal effectiveness of the gas seal which passes along the derivation opening 614.

[0082]

The diameter of all of a seal member is an about 100mm thing.

[0083]

Drawing 11 is the top view of the seal member bottom of drawing 10. As shown in drawing, the inlet 615 is offered as two or more separate introductory holes 620. Since the slot as air bearing has capacity (based on the compressible property of gas) to which fluctuation is set in such a system, this has the advantage in the inlet 615 of Maine to using a slot. It is seldom afflicted by the problem which produces the introductory hole 620 of a small diameter according to the capacity since the gas in it is the amount of low.

[0084]

The further inlet 617 of the configuration of a slot 633 may be used in order to make possible flow of the gas which continues in all the peripheries of the seal member 12 that were not necessarily possible, when using only the separate introductory hole 620. Supplying the derivation opening 645 as a separate component does not pose a problem by supplying the effective slot 640 like chambers 647 and 622 stabilizing flow.

[0085]

The inlet of a liquid is not shown in drawing 10 and the seal member 12 of drawing 11. A liquid is supplied by the approach shown in the above-mentioned example, and the same approach, or derivation close [ of some liquids ] is carried out as the Europe patent application number 03256820.No. 6 and 03256809.9 are indicated.

[Example 7]

[0086]

The 7th example is below similar to the 6th example except for the contents of the publication. Drawing 12 is drawing 11 and the similar top view of the seal member 12 bottom. In drawing 12, although the further inlet as shown in the 6th example is not established in the seal member 12, adding to arbitration is also possible.

[0087]

The seal member 12 of the 7th example is formed of the introductory hole 720, and consists of the same gas bearing 715 as the design by the 6th whole example. An inlet 714 consists of the annular slot 740 which has only two paths 745 and 747 led to the gas source and the vacuum source, respectively. The flow of the gas of the high speed from the gas source to the vacuum source which was connected with the path 745 by this approach and which was connected with the path 747 is brought about. It becomes possible to drain an immersion liquid more effectively by the flow of the gas of this high speed. Furthermore, dispersion of the flow by the bouncing motion of the seal member 12 on Substrate W or the basis of the leakage of others in a

front face does not affect the pressure of the vacuum chamber which gives precompression to gas bearing by making the flow of the vacuum more greatly restricted in the vacuum chamber.

[Example 8]

[0088]

The 8th example explains in relation with drawing 14 , and is the same as the first example except for the contents of the publication below.

[0089]

The 8th example has the seal member 12 equipped with an inlet 815 and the derivation opening 814 like the first example so that it may understand in drawing 14 . However, another inlet 817 is formed at the bottoms of the derivation opening 14, or the \*\*\*\*s which are arranged so that the gas jet of this which gathers the rate of the gas on the field of Substrate W on the outside of a radial slightly may be made, and an immersion liquid is more effectively removed by it from the front face of Substrate W. The further inlet 817 has the outlet brought about by the nozzle led to the projection system PL toward Substrate W at the include angle which goes inside a radial. It follows and the laminar flow between an inlet 815 and the derivation opening 814 (the Reynolds number is about 300) which cannot remove the last several micrometers liquid film from water and which has the velocity distribution of the shape of a simple radiation at the zero rate on a substrate front face is improved. It is because the gas which has high-speed air velocity more makes it possible to contact a substrate front face by the further inlet 817.

[0090]

the nozzle outlet of drawing 14 to the further inlet 817 -- the outside of the radial of the derivation opening 814 -- however, it turns out that it is prepared near the derivation opening 814 rather than the inlet 815.

[Example 9]

[0091]

The 9th example is shown in drawing 15 and drawing 16 , and this is the same as that of the first example except for the contents of the publication below.

[0092]

In the 9th example, opening of the derivation opening 914 in the base of a seal member facing Substrate W is corrected so that the rate of the air into the derivation opening 914 may be gathered. This is reached by reducing the size of opening of an inlet 914, maintaining the path of the derivation opening 914 at the same size. This is attained by preparing smaller opening by elongating the ingredient of the seal member 12 toward the center of a path, and forming the additional member 940 to an outside, and the additional member 950 to the inside. The additional member 940 to an outside is smaller than the additional member 950 to the inside, and its gap between these two members 940 and 950 is about 20 times as small as the remaining part of the derivation opening 914. The width of face of opening is about 100 to 300 micrometers.

[0093]

In drawing 16 , further another gestalt of the 9th example is shown and the further inlet 917 similar to the inlet 817 in the 8th example is formed here. However, in this case, the further inlet 917 brings about a jet almost parallel to the field of Substrate W, and the gas which goes into opening of the derivation opening 914 by that cause is accelerated.

[Example 10]

[0094]

The 10th example is shown in drawing 17 and this example is the same as that of the 1st example except for the contents of the publication below.

[0095]

In the 10th example, liquid removal effectiveness is improved by gathering the gas rate on the front face of Substrate W according to the same principle as the 8th example. The gas which comes out from an inlet 1015 and moves inside a radial toward the derivation opening 1014 passes through the bottom of the annular slot 1018. The effectiveness of a slot is that gas goes into the slot which is in the outermost part of the radial, and comes out in the direction of Substrate W with an include angle in the medial surface of a radial so that it may illustrate. It follows and the increase of the rate of the gas on the front face of Substrate W and liquid removal effectiveness are improved at the entry to the derivation opening 1014.

[0096]

Even if it is the future of which example, it is some of other examples, or it is clear that it is usable with all futures.

[0097]

As mentioned above, although the operation gestalt of this invention was explained to the detail, it is clear for this contractor that shape can be taken by other approaches, without deviating from the range of this invention. This detail explanation is not the intention which restricts this invention.

[Brief Description of the Drawings]

[0098]

[Drawing 1] The lithography projection equipment in the example of this invention is shown.

[Drawing 2] The liquid reservoir of the 1st example of this invention is shown.

[Drawing 3] It is the enlarged drawing of the part of the liquid reservoir of the 1st example of this invention.

[Drawing 4] The liquid reservoir of the 2nd example of this invention is shown.

[Drawing 5] It is the enlarged drawing of the part of the liquid reservoir of the 2nd example of this invention.

[Drawing 6] It is the enlarged drawing of the liquid reservoir of the 3rd example of this invention.

[Drawing 7] The liquid reservoir of the 4th example of this invention is shown.

[Drawing 8] It is the enlarged drawing of the part of the liquid reservoir of the 4th example of this invention.

[Drawing 9] The liquid reservoir of the 5th example of this invention is shown.

[Drawing 10] The liquid reservoir of the 6th example of this invention is shown.

[Drawing 11] It is the top view of the seal member bottom of the 6th example.

[Drawing 12] It is the top view of the seal member bottom of the 7th example.

[Drawing 13] It is the sectional view of the liquid reservoir of the 7th example.

[Drawing 14] It is the sectional view of the liquid reservoir of the 8th example.

[Drawing 15] It is the sectional view of the liquid reservoir of the 9th example.

[Drawing 16] Moreover, it is the sectional view of the liquid reservoir of the strange gestalt of 9th another example.

[Drawing 17] It is the sectional view of the liquid reservoir of the 10th example.

---

[Translation done.]

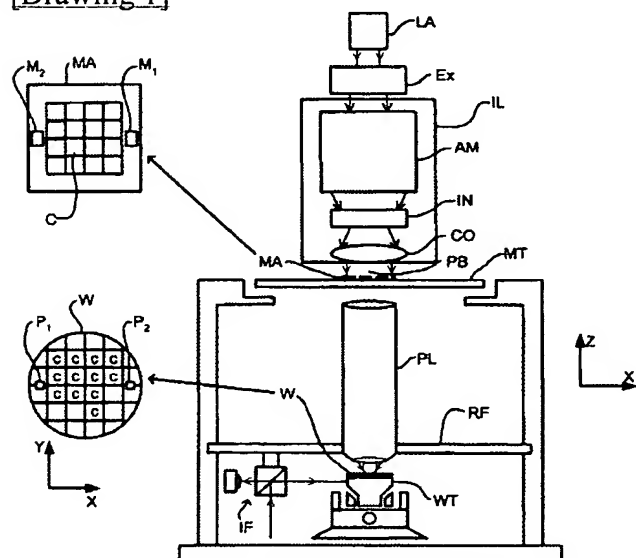
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

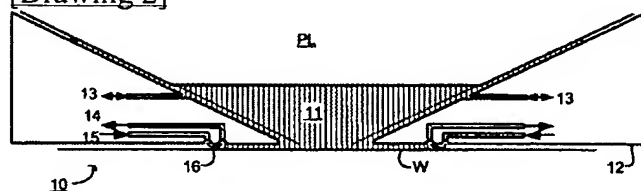
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

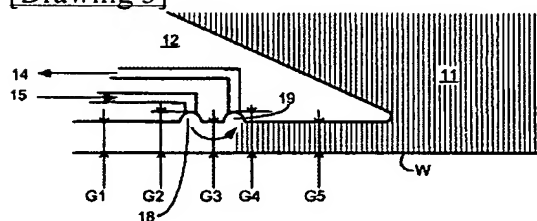
[Drawing 1]



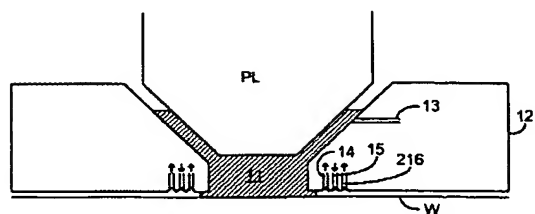
[Drawing 2]



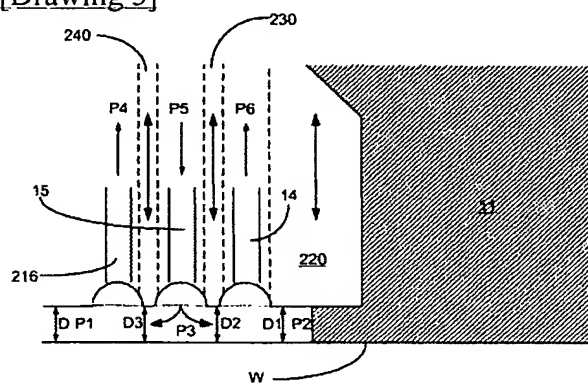
[Drawing 3]



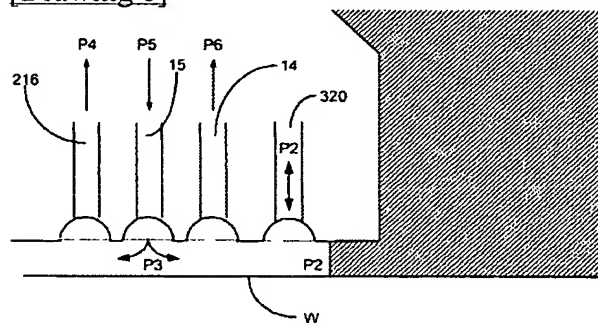
[Drawing 4]



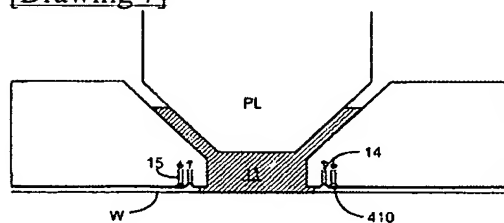
[Drawing 5]



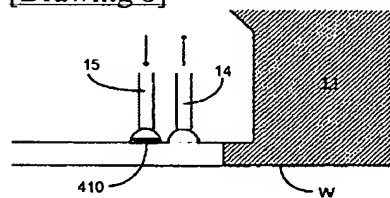
[Drawing 6]



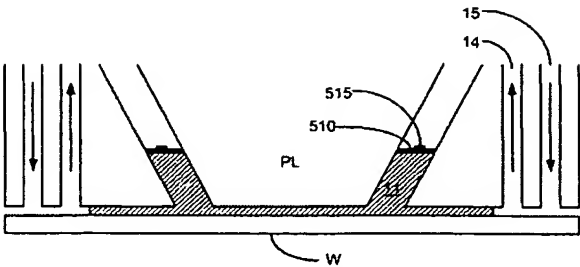
[Drawing 7]



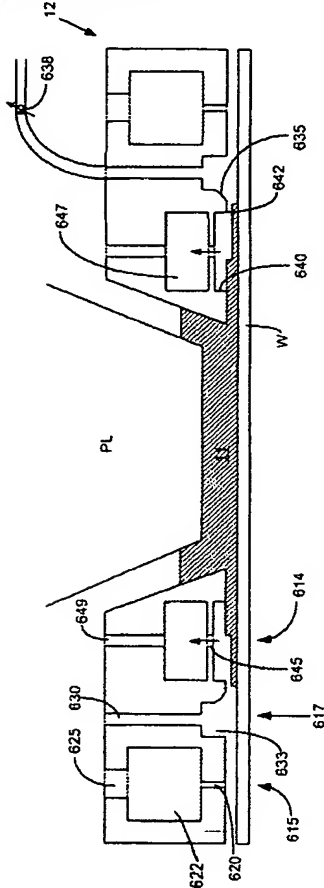
[Drawing 8]



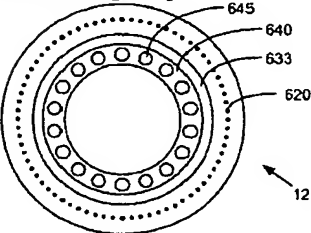
[Drawing 9]



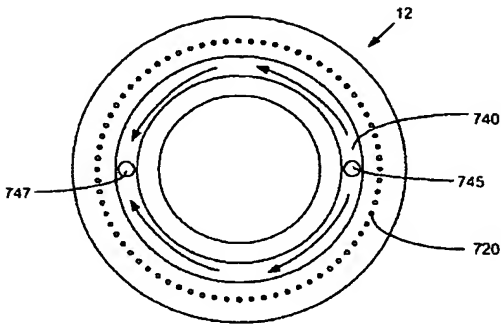
[Drawing 10]



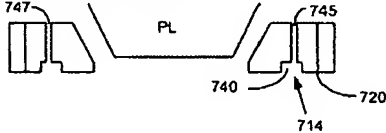
[Drawing 11]



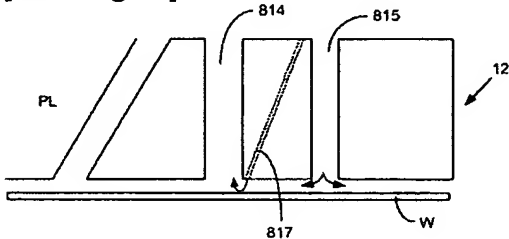
[Drawing 12]



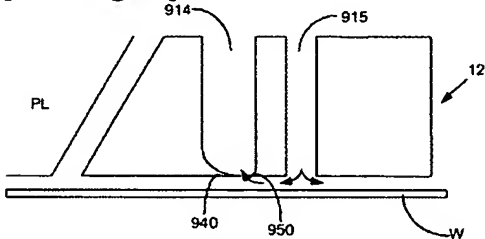
[Drawing 13]



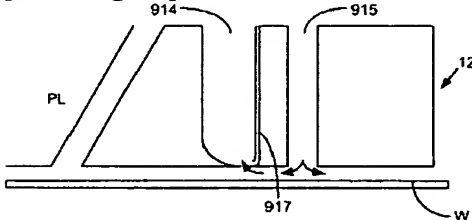
[Drawing 14]



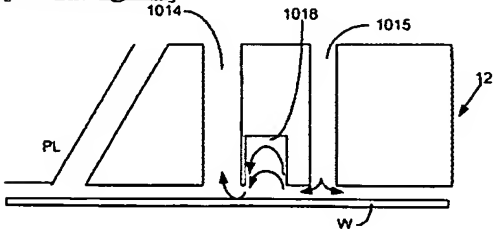
[Drawing 15]



[Drawing 16]



[Drawing 17]





---

[Translation done.]

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-289126

(43)Date of publication of application : 14.10.2004

(51)Int.Cl.

H01L 21/027  
G03F 7/20

(21)Application number : 2003-417259

(71)Applicant : ASML NETHERLANDS BV

(22)Date of filing : 11.11.2003

(72)Inventor : LOF JOERI  
ANTONIUS THEODORUS ANNA  
MARIA DERKSEN  
HOOGENDAM CHRISTIAAN  
ALEXANDER  
KOLESNYCHENKO ALEKSEY  
LOOPSTRA ERIK ROELOF  
MODDERMAN THEODORUS  
MARINUS  
MULKENS JOHANNES  
CATHARINUS HUBERTUS  
RITSEMA ROELOF AEILKO  
SIEBRAND  
SIMON KLAUS  
DE SMIT JOHANNES THEODOOR  
STRAAIJER ALEXANDER  
STREEFKERK BOB  
VAN SANTEN HELMAR

(30)Priority

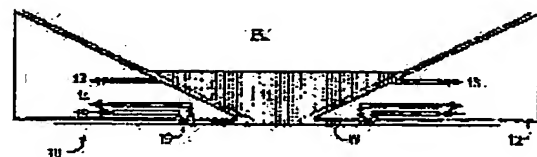
Priority number : 2002 02257822  
2003 03252955Priority date : 12.11.2002  
13.05.2003Priority country : EP  
EP

(54) LITHOGRAPHY SYSTEM AND PROCESS FOR FABRICATING DEVICE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a lithography projector in which a space between a substrate and a projection system is filled with liquid while minimizing the quantity of the liquid required to be accelerated during a stage operation.

**SOLUTION:** In the lithography projector, the space between the final element of the projection system and the substrate table of the lithography projector is surrounded by a sealing member. A gas seal is formed between the sealing member and the plane of the substrate and the liquid is confined in that space.



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-289126

(P2004-289126A)

(43) 公開日 平成16年10月14日 (2004.10.14)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
H01L 21/027  
G03F 7/20

F I

H01L 21/30 515D  
G03F 7/20 521  
H01L 21/30 516F

テーマコード (参考)  
5F046

審査請求 有 請求項の数 29 O L 外国語出願 (全 54 頁)

(21) 出願番号 特願2003-417259 (P2003-417259)  
(22) 出願日 平成15年11月11日 (2003.11.11)  
(31) 優先権主張番号 02257822.3  
(32) 優先日 平成14年11月12日 (2002.11.12)  
(33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)  
(31) 優先権主張番号 03252955.4  
(32) 優先日 平成15年5月13日 (2003.5.13)  
(33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(71) 出願人 502010332  
エイエスエムエル ネザランドズ ベスロ  
ーテン フェンノートシャップ  
オランダ国 5503 エルエイ フェル  
トホーフェン, デ ルン 1110  
(74) 代理人 100066692  
弁理士 浅村 皓  
(74) 代理人 100072040  
弁理士 浅村 肇  
(74) 代理人 100072822  
弁理士 森 徹  
(74) 代理人 100080263  
弁理士 岩本 行夫

最終頁に続く

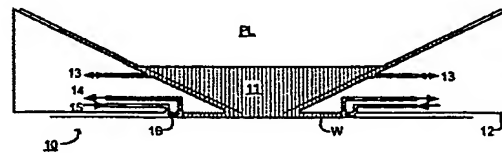
(54) 【発明の名称】 リソグラフィ装置およびデバイス製造方法

## (57) 【要約】

【課題】 ステージ動作の間に加速される必要のある液体の量を最小限にして、基板と投影システム間のスペースを液体で満たしたリソグラフィ投影装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 リソグラフィ投影装置において、投影システムの最終素子とリソグラフィ投影装置の基板テーブル間のスペースをシール部材にて囲む。該シール部材と該基板の面間においてガスシールが形成され、このスペースに液体を封じ込める。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

放射線の投影ビームを供給する放射線システムと、  
所望するパターンに従って投影ビームをパターン化するパターンニング手段を支持する支持構造と、  
基板を保持する基板テーブルと、  
パターン化されたビームを基板の目標部分に投影する投影システムと、  
該投影システムの最終素子と該基板間のスペースを少なくとも部分的に液体で満たす液体供給システムとから成るリソグラフィ投影装置において、該液体供給システムは、  
上記投影システムの最終素子と上記基板テーブル間の上記スペースの少なくとも境界 10  
の部分に沿って伸長したシール部材と、  
該シール部材と該基板の表面間においてガスシールを形成するガスシール手段とにより構成されることを特徴とするリソグラフィ投影装置。

## 【請求項 2】

上記のガスシール手段は、上記基板上にて上記シール部材を支持するガスベアリングであることを特徴とする請求項 1 に記載の装置。

## 【請求項 3】

上記のガスシール手段は、上記基板に対向した上記シール部材の面に形成されたガス導入口および第一ガス導出口と、該導入口に加圧下にてガスを供給する手段と、該第一ガス導出口からガスを抽出する真空手段とにより構成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の装置。 20

## 【請求項 4】

ガスソースに連結した、上記第一ガス導出口と上記ガス導入口間に配置されたさらなる導入口をさらに備えていることを特徴とする請求項 3 に記載の装置。

## 【請求項 5】

上記のさらなる導入口は、上記基板に面した上記シール部材の面における連続した環状の溝から成ることを特徴とする請求項 4 に記載の装置。

## 【請求項 6】

上記の溝の放射状の最も内側のコーナーは半径を有することを特徴とする請求項 5 に記載の装置。 30

## 【請求項 7】

上記の第一ガス導出口は、上記基板に面した上記シール部材の面における連続した環状の溝から成ることを特徴とする請求項 3 から 6 のいずれか 1 項に記載の装置。

## 【請求項 8】

上記の第一ガス導出口および／または上記のガス導入口は、上記供給の手段と上記真空手段間のそれぞれのチャンバと、上記表面における導入口あるいは導出口の開口から成り、チャンバは該開口よりも低い流量制限をもたらすことを特徴とする請求項 3 から 7 のいずれか 1 項に記載の装置。

## 【請求項 9】

上記のガス導入口は、上記基板に面した上記シール部材の面における一続きの別々の開口からなることを特徴とする請求項 3 から 8 のいずれか 1 項に記載の装置。 40

## 【請求項 10】

ガス導入口の領域にガスの流れを均等に分配するよう、該ガス導入口に多孔質部材が配置されることを特徴とする請求項 3 から 9 のいずれか 1 項に記載の装置。

## 【請求項 11】

上記のガスシール手段は、上記基板に対向した上記シール部材の上記面に形成された第二ガス導出口をさらに備え、上記第一ガス導出口および該第二ガス導出口は上記ガス導入口の両側に形成されることを特徴とする請求項 3 から 10 のいずれか 1 項に記載の装置。

## 【請求項 12】

上記面の残り部分に対して、上記第一ガス導出口と上記ガス導入口間における上記面の 50

部分のレベルを変える手段をさらに備えていることを特徴とする請求項 3 から 11 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 13】

該装置は、上記面の残り部分に対して、上記第一ガス導出口と上記光軸に最も近い面のエッジ間における上記面の部分のレベルを変える手段をさらに備えていることを特徴とする請求項 3 から 12 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 14】

上記のガスシール手段は、上記第一ガス導出口よりも投影システムの光軸に近くに位置して、上記面に形成されるチャンネルを備えていることを特徴とする請求項 3 から 13 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 15】

上記のチャンネルは第二ガス導入口であることを特徴とする請求項 14 に記載の装置。

【請求項 16】

上記のチャンネルは、上記スペースにおける液面の上の環境に開いていることを特徴とする請求項 15 に記載の装置。

【請求項 17】

上記のガス導入口は、上記投影システムの光軸から、上記第一ガス導出口よりもさらに外側に配置されていることを特徴とする請求項 3 から 16 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 18】

上記のガス導入口およびガス導出口は、それぞれ該基板に対向した該シール部材の該面における溝と、間隔をとって配置された該溝に導かれる複数の導管とから成ることを特徴とする請求項 3 から 17 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 19】

上記シール部材の上記面と、上記基板および／または上記基板のトポロジー間の距離を測定するセンサーをさらに備えていることを特徴とする請求項 1 から 18 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 20】

上記シール部材と上記基板間の剛性、および／または、上記シール部材と上記基板間の距離を調整するために、上記ガスシール手段におけるガスの圧力を調節する調整手段をさらに備えていることを特徴とする請求項 1 から 19 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 21】

毛管作用によりギャップ内に液体を引き込むよう、かつ／またはガスシール部材からのガスが上記投影システムと上記基板間の上記スペースに入るのを防ぐよう、上記シール部材と上記ガスシール手段の内側にある該基板の面との間のギャップは小さいことを特徴とする前記請求項のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 22】

上記シール部材は、上記投影システムと上記基板間の上記スペースを囲んで閉ループを形成することを特徴とする前記請求項のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 23】

－ 放射線の投影ビームを供給する放射線システムと、  
 － 所望するパターンに従って投影ビームをパターン化するパターンニング手段を支持する支持構造と、  
 － 基板を保持する基板テーブルと、  
 － パターン化されたビームを基板の目標部分に投影する投影システムと、  
 － 該投影システムの最終素子と該基板間のスペースを少なくとも部分的に液体で満たす液体供給システムとから成るリソグラフィ投影装置において、該スペースはダクトを通して液体リザーバと液体にて連結を行っており、流体の流れ方向に垂直な面における該ダクトの最小断面領域は少なくとも、

10

20

30

40

50

【数 1】

$$\pi \left( \frac{8 \Delta V \eta L}{\pi \Delta P_{\max} t_{\min}} \right)^{1/2}$$

となり、 $\Delta V$ は時間 $t_{\min}$ 内に該スペースから取り除かれなくてはならない液体の量であり、 $L$ はダクト長であり、 $\eta$ は該スペースにおける液体の粘度であり、そして $\Delta P_{\max}$ は該最終素子にかかる最大許容圧力であることを特徴とするリソグラフィ投影装置。

【請求項 2 4】

上記スペースに液体があるときに、該液体が自由な上面を有さないように該スペースが 10 密閉されていることを特徴とする請求項 2 3 に記載の装置。

【請求項 2 5】

— 放射線の投影ビームを供給する放射線システムと、  
— 所望するパターンに従って投影ビームをパターン化するパターンニング手段を支持する支持構造と、  
— 基板を保持する基板テーブルと、  
— パターン化されたビームを基板の目標部分に投影する投影システムと、  
— 該投影システムの最終素子と該基板間のスペースを少なくとも部分的に液体で満たす液体供給システムとから成るリソグラフィ投影装置において、該液体供給システムはさらに、該液体供給システムにおける液体の最上面において、波の発生を抑え、かつ、圧力解 20 除手段を含む抑制手段を備えていることを特徴とするリソグラフィ投影装置。

【請求項 2 6】

上記の抑制手段は可とう性のある膜からなることを特徴とする請求項 2 5 に記載の装置。

【請求項 2 7】

上記の抑制手段はメッシュからなり、上記液体の上記最上面の最大領域がメッシュの開口に等しいことを特徴とする請求項 2 5 または 2 6 に記載の装置。

【請求項 2 8】

上記の抑制手段は安全弁を備え、特定の圧力により液体を通過させることを特徴とする請求項 2 5、2 6、または 2 7 に記載の装置。 30

【請求項 2 9】

上記の抑制手段は、上記液体と非混和性である高粘度の液体であることを特徴とする請求項 2 5 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、

— 放射線の投影ビームを供給する放射線システムと、  
— 所望するパターンに従って投影ビームをパターン化するパターンニング手段を支持する 40 支持構造と、  
— 基板を保持する基板テーブルと、  
— パターン化されたビームを基板の目標部分に投影する投影システムと、  
— 該投影システムの最終素子と該基板間のスペースを少なくとも部分的に液体で満たす液体供給システムとから成るリソグラフィ投影装置に関する。

【背景技術】

【0002】

本明細書において使用する「パターンニング手段」なる用語は、入射する放射線ビームに、基板の目標部分に作り出されるべきパターンと一致するパターン化断面を与えるために使用し得る手段に当たるものとして広義に解釈されるべきである。また、「ライトバルブ 50

」なる用語もこうした状況において使用される。一般的に、上記のパターンは、集積回路や他のデバイス（以下を参照）であるような、デバイスにおいて目標部分に作り出される特別な機能層に相当する。そのようなパターンニング手段には以下が含まれる。すなわち、  
－ マスク。マスクの概念はリソグラフィにおいて周知のものであり、これには、様々なハイブリッドマスクタイプのみならず、バイナリマスク、レベンソンマスク、減衰位相シフトマスクといったようなマスクタイプも含まれる。放射線ビームにこのようなマスクを配置することにより、マスクに照射する放射線の、マスクパターンに従う選択的透過（透過性マスクの場合）や選択的反射（反射性マスクの場合）を可能にする。マスクの場合、その支持構造は一般的に、入射する放射線ビームの所望する位置にマスクを保持しておくことが可能であり、かつ、必要な場合、ビームに対して運動させることの可能なマスクテーブルである。 10

－ プログラマブルミラーアレイ。このようなデバイスの一例として、粘弾性制御層および反射面を有するマトリクスアドレス可能面があげられる。こうした装置の基本的原理は、（例えば）反射面のアドレスされた領域は入射光を回折光として反射するが、アドレスされていない領域は入射光を非回折光として反射するといったことである。適切なフィルタを使用することにより、回折光のみを残して上記非回折光を反射ビームからフィルタすることが可能である。この方法において、ビームはマトリクスアドレス可能面のアドレスパターンに従ってパターン形成される。プログラマブルミラーアレイのまた別の実施形態では小さな複数のミラーのマトリクス配列を用いる。そのミラーの各々は、適した局部電界を適用することによって、もしくは圧電作動手段を用いることによって、軸を中心に個々に傾けられている。もう一度言うと、ミラーはマトリクスアドレス可能であり、それによりアドレスされたミラーはアドレスされていないミラーとは異なる方向に入射の放射線ビームを反射する。このようにして、反射されたビームはマトリクスアドレス可能ミラーのアドレスパターンに従いパターン形成される。必要とされるマトリクスアドレスングは適切な電子手段を用いて実行される。前述の両方の状況において、パターンニング手段は1つ以上のプログラマブルミラーアレイから構成可能である。ここに参照を行ったミラーアレイに関するより多くの情報は、例えば、米国特許第US 5, 296, 891号および同第US 5, 523, 193号、並びに、PCT特許種出願第WO 98/38597および同WO 98/33096に開示されているので詳細は、これらの内容を参照されたい。プログラマブルミラーアレイの場合、上記支持構造は、例えばフレームもしくはテーブルとして具体化され、これは必要に応じて、固定式となるか、もしくは可動式となる。 20 30

－ プログラマブルLCDアレイ。このような構成の例が米国特許第US 5, 229, 872号に開示されているので詳細は、この内容を参照されたい。上記同様、この場合における支持構造も、例えばフレームもしくはテーブルとして具体化され、これも必要に応じて、固定式となるか、もしくは可動式となる。簡潔化の目的で、本文の残りを、特定の箇所において、マスクおよびマスクテーブルを必要とする例に限定して説明することとする。しかし、こうした例において論じられる一般的な原理は、既に述べたようなパターンニング手段のより広範な状況において理解されるべきである。

#### 【 0 0 0 3 】

リソグラフィ投影装置は例えば、集積回路（IC）の製造において使用可能である。この場合、パターンニング手段はICの個々の層に対応する回路パターンを生成する。そして、放射線感光原料（レジスト）の層が塗布された基板（シリコンウェハ）上の目標部分（例えば1つあるいはそれ以上のダイから成る）にこのパターンを像形成することが出来る。一般的に、シングルウェハは、投影システムを介して1つずつ順次照射される近接目標部分の全体ネットワークを含んでいる。マスクテーブル上のマスクによるパターンニングを用いる現在の装置は、異なる2つのタイプのマシンに区分される。リソグラフィ投影装置の一種タイプでは、全体マスクパターンを目標部分に1回の作動にて露光することによって各目標部分が照射される。こうした装置は一般的にウェハステッパと称されている。ステップアンドスキャン装置と称される別の装置では、所定の基準方向（「スキャニング」方向）にマスクパターンを投影ビームで徐々にスキャニングし、これと同時に基板テーブル 50

をこの方向と平行に、あるいは反平行にスキャニングすることにより、各目標部分が照射される。一般的に、投影装置は倍率係数 $M$ （一般的に、 $<1$ ）を有することから、基板テーブルが走査される速度 $V$ は、マスクテーブルが走査される速度の係数 $M$ 倍となる。ここに記載を行ったリソグラフィデバイスに関するさらなる情報は、参考までに記載を行うと、例えば、米国特許第US 6, 046, 792号から得ることが出来る。

#### 【0004】

リソグラフィ投影装置を使用する製造工程において、パターン（例えばマスクにおける）は少なくとも部分的に放射線感光材（レジスト）の層で覆われた基板上に像形成される。この像形成ステップに先立ち、基板は、プライミング、レジスト塗布、およびソフトベークといったような各種の工程を経る。露光後、基板は、ポストベーク（PEB）、現像、ハードベーク、および像形成フューチャの測定／検査といったような他の工程を通る。この工程の配列は、例えばICといったような素子の個々の層をパターン化するための基準として使用される。このようなパターン形成された層は、それから、全て個々の層を仕上げる目的である、エッチング、イオン注入（ドーピング）、メタライゼーション、酸化、化学機械的研磨等といった種々のプロセスを経る。数枚の層が必要とされる場合には、全体工程、もしくはその変形をそれぞれの新しい層に繰り返す必要がある。最終的に、素子のアレイが基板（ウェハ）上に形成される。次に、これらの素子はダイシングやソーイングといったような技法で相互より分離される。それから個々の素子は、キャリアに装着されたり、ピンに接続されたりし得る。こうした工程に関するさらなる情報は、1997年にマグローヒル出版会社より刊行された、Peter van Zant著、「マイクロチップ製造：半導体処理に対する実用ガイド」という名称の書籍（“Microchip Fabrication: A Practical Guide to Semiconductor Processing”）の第3版、ISBN 0-07-067250-4に記載されているので詳細はこの内容を参照されたい。

#### 【0005】

簡潔化の目的で、これより投影システムを「レンズ」と称するものとする。しかし、この用語は、例えば屈折光学システム、反射光学システム、および反射屈折光学システムを含むさまざまなタイプの投影システムを網羅するものとして広義に解釈されるべきである。放射線システムはまた、放射線の投影ビームの誘導、成形、あるいは制御を行う、こうした設計タイプのいずれかに応じて稼動する構成要素も備えることが出来る。こうした構成要素もまた以降において集約的に、あるいは単独的に「レンズ」と称する。さらに、リソグラフィ装置は2つあるいはそれ以上の基板テーブル（および、あるいは2つもしくはそれ以上のマスクテーブル）を有するタイプのものである。このような「多段」デバイスにおいては、追加のテーブルが並列して使用される。もしくは、1つ以上の他のテーブルが露光に使用されている間に予備工程が1つ以上のテーブルにて実行される。例えば、参考までに、デュアルステージリソグラフィ装置について、米国特許第US 5, 969, 441号および国際特許出願第WO 98/40791号において記載がなされている。

#### 【0006】

投影システムの最終素子と基板間のスペースを満たすように、例えば水といったような、比較的高い屈折率を有する液体にリソグラフィ投影装置における基板を浸すことが提案されている。これにおけるポイントは、露光放射線は液体においてより短い波長を有するため、より小さいフィーチャを結像可能にすることである。（液体の効果でシステムにおける有効NAも増すと考えられる。）

#### 【0007】

しかし、基板テーブルを液体に浸すことは、走査露光中に加速されなくてはならない多量の液体があることを意味する。これは追加の、あるいはより強力なモータを必要とし、液体における乱流が望ましからざる、かつ予測し得ない影響をもたらす。

#### 【0008】

リソグラフィ投影装置に液体を有することに関していくつかの困難がある。例えば液体を流出させることは、干渉計により干渉することによって、かつ、リソグラフィ投影装置



においてビームを真空中に保つ必要がある場合、その真空中を破壊することによって問題を生じる。さらには、適切な予防策がとられないままに液体はかなりの割合で使用される。

【 0 0 0 9 】

液浸リソグラフィに関連するさらなる問題に、液体の深度を一定に保つことにおける困難さや、結像位置、すなわち最終投影システム素子の下への基板の搬送、またその結像位置からの搬送における困難さが含まれる。また、液体の汚染（液体に溶解した化学物質による）、および液体の温度の上昇は達成可能な結像品質に有害な影響を及ぼす。

【 0 0 1 0 】

何らかの理由による、コンピュータの故障、電源障害、あるいは装置の制御ロスの際に、特に投影システムの光学素子を保護するための工程を実行する必要がある。また、装置 10  
の他の構成要素に液体がこぼれるのを防止する工程をもうける必要がある。

【 0 0 1 1 】

液体供給システムが、液体が自由面を有する場合において使用される場合、液体供給システムに加えられる力によりその自由面に波が発生するのを防ぐための工程を実行する必要がある。波は動作基板から投影システムに振動を伝える。

【 0 0 1 2 】

国際特許出願番号 W O 9 9 / 4 9 5 0 4 号において、液体が投影レンズとウェハ間のスペースに供給されるリソグラフィ装置が開示されている。ウェハがレンズの下で X 方向に走査されるとき、液体はレンズの + X サイドにて供給され、- X サイドで取り上げられる。

20

【 発 明 の 開 示 】

【 発 明 が 解 決 し よ う と す る 課 題 】

【 0 0 1 3 】

本発明は、ステージ動作の間に加速される必要のある液体の量を最小限にして、基板と投影システム間のスペースを液体で満たしたリソグラフィ投影装置を提供することを目的とする。

【 課 題 を 解 決 す る た め の 手 段 】

【 0 0 1 4 】

本目的並びに他の目的は、冒頭の段落にて特定したようなリソグラフィ投影装置において、本発明に従い達成される。ここで、上記の液体供給システムは、

30

- ー 上記投影システムの最終素子と上記基板テーブル間の上記スペースの少なくとも境界の部分に沿って伸長したシール部材と、
- ー 該シール部材と該基板の表面間においてガスシールを形成するガスシール手段とから構成される。

【 0 0 1 5 】

ガスシール手段はこのようにしてシール部材と基板間において非接触シールを形成することから、例えば走査露光中に、投影システムの下で基板が動作するときであっても、液体は投影システムの最終素子と基板間のスペースに封じ込まれる。

【 0 0 1 6 】

シール部材は、スペースを囲む、円形、長方形、もしくは他の形状のいずれかの閉ループ形状をなすか、あるいは、例えば U 型の形状、またはスペースの一方サイドに沿って伸長しただけの閉じていない形状も可能である。シール部材が閉じていない場合、基板が投影システムの下で走査されるとき、シール部材は液体を閉じ込めるように配置される。

40

【 0 0 1 7 】

好ましくは、ガスシール手段は、該シール部材を支持するガスベアリングである。これは、液体供給システムの同一部分が、ベアリングと、そして、投影システムの最終素子と基板間のスペースにおける液体のシーリングの両方に使用可能であり、それによりシール部材の複雑さと重量を減じるという長所を有する。また、真空環境においてのガスベアリングの使用から得られた以前の経験を生かすことが出来る。

【 0 0 1 8 】

50

好ましくは、ガスシール手段は、上記基板に対向した該シール部材の面に形成されたガス導入口および第一ガス導出口と、該導入口に加圧下にてガスを供給する手段と、該第一ガス導出口からガスを抽出する真空手段とにより構成される。さらに望ましくは、ガス導入口は上記投影システムの光軸から該第一ガス導出口よりもさらに外側に配置される。このようにしてガスシールにおけるガスの流れは内側に向き、最も効果的に液体を封じ込める。この場合、ガスシール手段は有利に、基板に対向したシール部材の面に形成された第二ガス導出口をさらに備え、第一ガス導出口および第二ガス導出口はガス導入口の両側に形成される。第二ガス導出口は、ガス導入口からシール部材を囲む環境に抜け出すガスを最小限に抑えることを可能にする。よって、抜け出る、干渉計により干渉する、あるいはリソグラフィ装置における真空を低下させるといったガスのリスクは最小限に抑えられる 10

#### 【 0 0 1 9 】

液体供給システムは、シール部材の面と、基板および／または基板の最上面のトポロジ一間の距離を測定するセンサーをも備えている。このようにして調整手段は、例えばガスシール手段をフィードフォワード方式あるいはフィードバック方式にて調整することでシール部材の面と基板間の距離を変えるために使用され得る。

#### 【 0 0 2 0 】

該装置は、第一ガス導出口と光軸に最も近い面のエッジとで該シール部材の該面の部分のレベルを面の残り部分に対して変える手段をさらに備えている。これは、スペース内に液体を封じ込める圧力の調整が導入口の下での圧力の調整とは別になされるようにすることで、スペース内に液体を保持する力のバランスを乱すことなく基板上のシール部材の高さを調整することが可能である。これを可能にするまた別の方法は、第一ガス導出口または第二ガス導出口とガス導入口間の面の部分のレベルを面の残り部分に対して変えるための手段を使用することである。これら3つのシステムはどのような組み合わせでも使用可能である。 20

#### 【 0 0 2 1 】

ガスシール手段のシーリング機能とベアリング機能を分けるまた別の方法は、第一ガス導出口よりも投影システムの光軸の近くに位置して、シール部材の面に形成されるチャネルを設けることである。このチャネルの圧力は、スペース内に液体を封じ込めるように変えることが可能である一方、ガス導入口およびガス導出口は基板上のシール部材の高さを 30 変えるために使用可能であることから、これらはシール部材を支持するためにのみ作用し、シーリング機能は、たとえあったとしても、ほんのわずかでしかない。

#### 【 0 0 2 2 】

さらに有利なフューチャは、ガスの流れをガス導入口の領域に均等に分配する目的でガス導入口に配置される多孔質部材である。

#### 【 0 0 2 3 】

これは、ガス導入口およびガス導出口を形成するのに好都合であり、ガス導入口の各々は該基板に対向した該シール部材の該面における溝と、間隔をとって配置された該溝に導かれる複数の導管とから成る。

#### 【 0 0 2 4 】

また、毛管作用でギャップ内に液体を引き込むよう、かつ／あるいはガスシール部材からのガスが該スペースに入るのを防止するよう、該シール部材と該ガスシール手段の内側にある該基板の面との間のギャップは小さいことが望ましい。シール部材の下に液体を引き込む毛管作用とそれを押し出すガスの流れとの間のバランスによってとりわけ安定したシールを形成する。 40

#### 【 0 0 2 5 】

基板と投影システム間のスペースを液体で満たし、基板と投影システム間の外乱の伝わりを最小限におさえるリソグラフィ投影装置を提供することをさらなる目的とする。

#### 【 0 0 2 6 】

本目的並びに他の目的は、冒頭の段落で特定したようなリソグラフィ装置において本発 50

明に従って達成される。ここで、該スペースはダクトを通して液体リザーバと液体にて連結を行っており、流体の流れ方向に垂直な面における該ダクトの最小断面領域は少なくとも、

【数 1】

$$\pi \left( \frac{8 \Delta V \eta L}{\pi \Delta P_{\max} t_{\min}} \right)^{1/2}$$

となり、 $\Delta V$ は時間 $t_{\min}$ 内に該スペースから取り除かれなくてはならない液体の量であり、 $L$ はダクト長であり、 $\eta$ は該スペースにおける液体の粘度であり、そして $\Delta P_{\max}$ は該最終素子にかかる最大許容圧力である。 10

【 0 0 2 7 】

この装置は、液体が、波の発生する大きな自由面を有さないように、完全に抑制されることができるといふ長所を有する。すなわち、スペースあるいはリザーバは最上部でエンクローズされ、リザーバは液体で満たされている。これは、所定の時間内（実験的に計測されたクラッシュの時間）にダクトを通して流出可能な流体の量が、装置のクラッシュの際に投影システムの最終素子への損傷が回避され得るほど十分に多いことから、スペース内の圧力が損傷を発生させるレベルに達する前にダクトを通り液体が抜け出すことが出来るからである。シール部材が最終素子に対して動作するとき、液体は抜け出さなくてはならない。そうしないと、シール部材に対する最終素子の相対動作の間に最終素子にかかる静水圧が最終素子に損傷を与えることとなる。 20

【 0 0 2 8 】

本発明の別の態様において、冒頭の段落において特定したようなリソグラフィ装置が提供される。ここで、液体供給システムはさらに、該液体供給システムにおける液体の最上面において、波の発生を抑える、かつ、圧力解除手段を含む抑制手段を備える。

【 0 0 2 9 】

このようにして抑制手段が液体の最上面と接触することにより波の発生が抑えられる。しかし、クラッシュの際に最終素子への損傷を回避するため、なおかつ液体はこのスペースから抜け出すことが出来る。

【 0 0 3 0 】

抑制手段を提供する一つの方法は可とう性のある膜を通すか、あるいはスペース内の液体と非混和性の高粘度の液体をスペース内の液体最上面に置くことである。これらの各場合において、抑制手段の可とう性により圧力解除機能がもたらされる。 30

【 0 0 3 1 】

本発明の別の態様において、

- 放射線感光材料の層により少なくとも部分的に覆われた基板を提供するステップと、
  - 放射線システムを用いて放射線の投影ビームを供給するステップと、
  - パターニング手段を用いて投影ビームのその断面にパターンを与えるステップと、
  - 放射線感光材料の層の目標部分に放射線のパターン化されたビームを投影するステップと、
  - 基板と、上記投影ステップにおいて使用される投影システムの最終素子間のスペースを満たすように液体を供給するステップとからなるデバイス製造方法が提供され、
  - 該スペースの少なくとも境界の部分に沿って伸長したシール部材と該基板の表面間においてガスシールを形成するか、あるいは、
  - ダクトを通して該スペースと液体にて連結する液体リザーバを提供するかのいずれかであって、
  - 該ダクトは、
- 40

【数 2】

$$\pi \left( \frac{8\Delta V \eta L}{\pi \Delta P_{\max} t_{\min}} \right)^{1/2}$$

の液体の流れ方向に垂直な面において最小の断面領域を有しており、ここで、 $\Delta V$ は時間  $t_{\min}$ 内に該スペースから取り除かれなくてはならない液体の量であり、 $L$ はダクト長であり、 $\eta$ は該スペースにおける液体の粘度であり、そして $\Delta P_{\max}$ は該最終素子上の最大許容圧力であることを特徴とし、あるいは、

— 抑制手段によって該液体の波の発生を抑制し、かつ、該液体の圧力を解除させること 10  
を特徴とする。

【0032】

本発明による装置の使用法に関して、本文ではICの製造において詳細なる参照説明を行うものであるが、こうした装置が他の多くの用途においても使用可能であることは明確に理解されるべきである。例えば、本発明による装置は、集積光学装置、磁気ドメインメモリ用ガイダンスおよび検出パターン、液晶ディスプレイパネル、薄膜磁気ヘッド等の製造に使用され得る。こうした代替的な用途においては、本文にて使用した「レチクル」、「ウェハ」、「ダイ」といった用語は、それぞれ「マスク」、「基板」、「目標部分」といった、より一般的な用語に置き換えて使用され得ることは当該技術分野の専門家にとって明らかである。

20

【0033】

本明細書において使用した「放射線」および「ビーム」という用語は、イオンビームあるいは電子ビームといったような粒子ビームのみならず、紫外線（例えば、365nm、248nm、193nm、157nm、あるいは126nmの波長を有する）を含むあらゆるタイプの電磁放射線を網羅するものである。

【0034】

本発明の実施例についての詳細説明を、添付の図面を参照に、例示の方法においてのみ行うものとする。全図を通して同様部品には、同様の参照番号を含むものとする。

【実施例1】

【0035】

図1は、本発明の独自の実施形態に基づくリソグラフィ投影装置を示したものである。この装置は、特別な本実施形態において放射線源LAも備えた、放射線の投影ビームPB（例えばDUV放射線）を供給する放射線システムEx、ILと、マスクMA（例えばレチクル）を保持するマスクホルダーw備え、かつ、品目PLに対して正確にマスクの位置決めを行う第一位置決め手段に連結を行った第一オブジェクト・テーブル（マスクテーブル）MTと、基板W（例えば、レジスト塗布シリコンウェハ）を保持する基板ホルダを備え、かつ、品目PLに対して正確に基板の位置決めを行う第二位置決め手段に連結を行った第二オブジェクト・テーブル（基板テーブル）WTと、マスクMAの照射部分を、基板Wの目標部分C（例えば、1つあるいはそれ以上のダイから成る）に像形成する投影システム（「レンズ」）PL（例えば反射屈折レンズシステム）とにより構成されている。こ 40  
こで示しているように、この装置は透過タイプ（すなわち透過マスクを有する）である。しかし、一般的には、例えば反射マスクを有する反射タイプのものも可能である。あるいは、本装置は、上記に関連するタイプであるプログラブルミラーアレイといったような、他の種類のパターンニング手段も使用可能である。

【0036】

ソースLA（例えばエキシマレーザー）は放射線のビームを作り出す。このビームは、直接的に、あるいは、例えばビームエキスパンダーExといったようなコンディショニング手段を横断した後に、照明システム（照明装置）ILに供給される。照明装置ILは、ビームにおける強度分布の外部かつ／あるいは内部放射範囲（一般的にそれぞれ、 $\sigma$ -outerおよび $\sigma$ -innerに相当する）を設定する調整手段AMから成る。さらに、 50

照明装置 I L は一般的に積分器 I N およびコンデンサ C O といったような、他のさまざまな構成要素を備える。このようにして、マスク M A に照射するビーム P B は、その断面に亘り所望する均一性と強度分布とを有する。

【 0 0 3 7 】

図 1 に関して、ソース L A はリソグラフィ装置のハウジング内にある（これは例えばソースが水銀ランプである場合に多い）が、しかし、リソグラフィ投影装置から離して配置することも可能であることを注記する。この場合、ソース L A が作り出す放射線ビームは（適した誘導ミラーにより）装置内に導かれる。この後者のシナリオでは、ソース L A がエキシマレーザーである場合が多い。本発明および請求項はこれら両方のシナリオを網羅するものである。

10

【 0 0 3 8 】

続いてビーム P B はマスクテーブル M T 上に保持されているマスク M A に入射する。ビーム P B はマスク M A を横断して基板 W の目標部分 C 上にビーム P B の焦点を合わせるレンズ P L を通過する。第二位置決め手段（および干渉計測手段 I F）により、基板テーブル W T は、例えばビーム P B の経路における異なる目標部分 C に位置を合わせるために正確に運動可能である。同様に、第一位置決め手段は、例えばマスクライブラリからマスク M A を機械的に検索した後、あるいは走査運動の間に、ビーム P B の経路に対してマスク M A を正確に位置決めするように使用可能である。一般的に、オブジェクト・テーブル M T およびオブジェクト・テーブル W T の運動はロングストロークモジュール（粗動位置決め）およびショートストロークモジュール（微動位置決め）にて行われる。これについては図 1 に明示を行っていない。しかし、ウェハステップの場合（ステップアンドスキャン装置とは対照的に）、マスクテーブル M T はショートストロークアクチュエータに連結されるだけであるか、あるいは固定される。

20

【 0 0 3 9 】

ここに表した装置は 2 つの異なるモードにて使用可能である。

— ステップモードにおいて、マスクテーブル M T は基本的に静止状態に保たれている。そして、マスクの像全体が 1 回の作動（すなわち 1 回の「フラッシュ」）で目標部分 C に投影される。次に基板テーブル W T が x 方向および／あるいは y 方向にシフトされ、異なる目標部分 C がビーム P B により照射され得る。

— スキャンモードにおいて、基本的に同一シナリオが適用されるが、但し、ここでは、所定の目標部分 C は 1 回の「フラッシュ」では露光されない。代わって、マスクテーブル M T が、速度 v にて所定方向（いわゆる「走査方向」、例えば y 方向）に運動可能であり、それによってビーム P B がマスクの像を走査する。これと同時に、基板テーブル W T が速度  $V = M v$  で、同一方向あるいは反対方向に運動する。ここで、M はレンズ P L の倍率（一般的に  $M = 1 / 4$  あるいは  $1 / 5$ ）である。このように、解像度を妥協することなく、比較的大きな目標部分 C を露光することが可能となる。

30

【 0 0 4 0 】

図 2 は、投影システムと基板ステージ間における液体リザーバ 1 0 を示したものである。液体リザーバ 1 0 には、導入／導出ダクト 1 3 を介して、例えば水であるような比較的高い屈折率を有する液体 1 1 が満たされている。液体の効果は、投影ビームの放射線が空気や真空におけるよりも、液体にてより短い波長を有し、より小さいフィーチャの解像を可能にすることにある。投影システムの解像度限界は、とりわけ投影ビームの波長、およびシステムの開口数によって決定する。液体の存在も有効開口数を増すと考えられる。さらに、液体は固定の開口数で被写界深度を増すのに効果的である。

40

【 0 0 4 1 】

リザーバ 1 0 は、投影システムのイメージフィールドのまわりに基板に対する非接触シールを形成しており、基板表面と投影システムの最終素子間のスペースをうめるように液体が閉じ込められている。リザーバは投影システム P L の最終素子の下で、これを囲んで配置されたシール部材 1 2 から形成されている。液体が投影システムの下のシール部材 1 2 内のスペースに入れられる。これでシール部材 1 2 は投影システムの最終素子を少し超

50

えて伸長しており、液面は最終素子まで上がって液体のバッファがもたらされる。シール部材 12 は、上端部で、投影システムのステップもしくはその最終素子に、好ましくきっちりと一致する内周を有しており、そして、例えば丸くても良い。底部において、内周は、これに限るわけではないが例えば長方形のイメージフィールドの形状にきっちりと一致する。

#### 【 0 0 4 2 】

液体は、シール部材 12 の底部と基板 W 表面間のガスシール 16 によってリザーバに閉じ込められる。ガスシールは、例えば空気や合成エアといったようなガス、しかし好ましくは  $N_2$  もしくは他の不活性ガスにより形成される。こうしたガスは、導入口 15 を介してシール部材 12 と基板間のギャップに加圧下で供給され、第一導出口 14 により抽出 10 される。ガス導入口 15 への過圧、第一導出口 14 の真空レベル、およびギャップのジオメトリは、液体を閉じ込める内部への高速の空気流が生じるように調整される。これを図 3 においてより詳細に示している。

#### 【 0 0 4 3 】

ガスシールは 2 つの環状の溝 18、19 から形成されており、これらの環状の溝は、溝のまわりにスペースをとって連続した小さなコンダクト (conduct) により、それぞれ第一導入口 15 と第一導出口 14 に連結している。導入口 15 と導出口 14 は、シール部材 24 の外周を囲む複数の別々のオリフィスであるか、あるいは連続した溝またはスリットである。シール部材に大きな環状のくぼみが導入口と導出口各々に設けられ、マニホールドを形成する。ガスシールはガスベアリングとして作用することにより、シール部材 12 20 を支持することにおいても有効である。

#### 【 0 0 4 4 】

ガス導入口 15 の外側にあるギャップ G1 は、外側に向かう空気の流れに対して抵抗を与えるように小さく、かつ長いほうが好ましいが、必ずしもそうである必要はない。シール部材のまわりの多数の小さな穴により形成された導入口 15 の半円上端のギャップ G2 は少し大きく、シール部材のまわりのガスを確実に十分に分布させる。ギャップ G3 はシールを通るガスの流れをコントロールするように選択される。ギャップ G4 は真空の分布がうまくなされるように大きくなっている。導出口 14 は、導入口 15 と同様の方法にて多数の小さな穴により形成されている。ギャップ G5 は、スペース内の液体にガス/酸素が拡散するのを防ぐよう、かつ、多量の液体が入って真空を妨げるのを回避するよう、か 30 つ、毛管現象により常にこれを確実に液体で満たすよう小さくなっている。

#### 【 0 0 4 5 】

このように、ガスシールは、ギャップに液体を引き込む毛管力と液体を押し出す空気流間のバランスである。ギャップが G5 から G4 に広くなると毛管力を減じ、空気の流れが増すことによって、液体の境界線がこの領域となり、投影システム PL 下で基板が動くときでさえ安定する。

#### 【 0 0 4 6 】

ギャップ G3 のサイズおよびジオメトリのみならず、G2 における導入口と G4 における導出口間の圧力差がシール 16 を通るガスの流量を決定し、この圧力差は具体的な実施形態に従って決定される。一方、ギャップ G3 の長さが短く、G2 における絶対圧力が G 40 4 における絶対圧力の 2 倍である場合、かなりの効果が達せられる。この場合、ガス速度はガスにおける音の速度であり、これ以上は上がらない。ゆえに安定したガスの流れを達成する。

#### 【 0 0 4 7 】

ガス導出系は、ガス導入圧を減じて液体をギャップ G4 に入らせて、そして真空システムによって吸い出すことにより、システムから液体を完全に取り除く際にも使用され得る。これはシールを形成するために用いられるガスと同様、液体を取扱うためにも容易に調整が可能である。ガスシールの圧力調整は、基板が動作するとき摩擦によって熱せられるギャップ G5 の液体が投影システムの下のスペースの液体温度を乱さないよう、ギャップ G5 を通る液体を確実に流動させるためにも用いられる。

【 0 0 4 8 】

ガス導入口および導出口のまわりのシール部材の形状は、乱流と振動を減じるべく、出来るだけ層流をもたらすように選択されるべきである。また、ガスの流れは、液体を閉じ込める最大力をもたらすべく、液体の界面における流れ方向の変化が出来るだけ大きくなるように調整されるべきである。

【 0 0 4 9 】

液体供給システムはリザーバ 1 0 の液体を循環させ、それにより新鮮な液体をリザーバ 1 0 に供給する。

【 0 0 5 0 】

ガスシール 1 6 はシール部材 1 2 を支持するのに十分な大きさの力を作り出すことが可能である。実際に、シール部材 1 2 により支持される有効重量をあげるために、シール部材 1 2 を基板方向にバイアスする必要がある。シール部材 1 2 は、いずれの場合でも、投影システムに対して、かつこの下で実質的に静止位置において X Y 面（光軸に垂直）に保持されるが、投影システムから切り離される。シール部材 1 2 は Z 方向、R x および R y に自由に動く。

【 実施例 2 】

【 0 0 5 1 】

図 4 および図 5 において第 2 実施例を示している。第 2 実施例は以下に記載の内容を除いて第 1 実施例と同様である。

【 0 0 5 2 】

この実施例において、第一ガス導出口 1 4 に対して、ガス導入口 1 5 の向かい側に第二ガス導出口 2 1 6 が設けられる。この方法において、装置の光軸から外側へガス導入口 1 5 から抜け出るガスは、真空ソースに連結した第二導出口 2 1 6 により吸い上げられる。このようにして、ガスが、例えば干渉計読取り、あるいは、投影システムおよび／または基板が収容されている真空と干渉不可能であるよう、ガスシールからガスが抜け出すのを防止する。

【 0 0 5 3 】

2 つのガス導出口を使用する本実施例の他の利点は、この設計がリソグラフィ装置において以前に用いられていたエアベアリングの設計と非常に類似することである。従って、そうしたエアベアリングから得られた経験を本実施例のガスシールに直接適用することが可能である。第 2 実施例のガスシールはシール手段としてだけでなくガスベアリングとしての使用に特に適することから、シール部材 1 2 の重量の支持にこれを使用することが出来る。

【 0 0 5 4 】

シール部材 1 2 の底面と基板 W 間の距離を測定するため、あるいは、基板 W の上面のトポロジーを計測するため、有効にセンサーが設けられる。ガス導入口および導出口の 1 4、1 5、2 1 6 に印加される圧力を変えるために調整手段を用いることが可能であり、リザーバに液体 1 1 を閉じ込める圧力 P 2 と、シール部材 1 2 を支持する圧力 P 1 および P 3 を変える。よって、シール部材 1 2 と基板 W 間の距離 D が変えられるか、もしくは一定の距離に維持される。同一調整手段がシール部材 1 2 の面を維持するのに使用され得る。同一の調整手段はフィードフォワード調整ループあるいはフィードバック調整ループのいずれかにより調整され得る。

【 0 0 5 5 】

図 5 は、リザーバに液体を保持する圧力 P 2 と、シール部材 1 2 を支持する圧力 P 3 を別々に調整するためにガスシールがどのように調整されるかを詳細に示したものである。この特別な調整は、稼動中の液体損失を最小限におさえる方法を提供するため、有益である。第 2 実施例では、圧力 P 2 および P 3 を別々に調節可能にして、露光中のコンディションを変えるものである。コンディションが変わることは、異なる走査速度により、あるいは、おそらく基板 W のエッジがシール部材 1 2 によってオーバーラップしていることにより、単位時間ごとの液体損失が異なるレベルとなる。これは、基板 W に面したシール部材

12の面における個々の部分の基板Wに対する距離を変える手段を提供することにより達成される。こうした部分には、第一ガス導出口14と、光軸に最も近いシール部材12のエッジ間の部分220、ガス導入口15と第一ガス導出口14間の部分230、そして、第二ガス導出口216とガス導入口15間の部分240を含む。これらの部分は、例えば圧電アクチュエータを使用して、基板W方向、かつ基板Wから離れる方向に動作される。つまり、シール部材12の底面は圧電アクチュエータ（望ましくはスタック）から成る。該圧電アクチュエータは、これらを横切る電位差を与えることで拡張／収縮することが可能である。また他の機械的手段を用いることも可能である。

【0056】

ガス導入口15の下で作り出される圧力P3は、ガス導入口15に印加されるガスの圧力P5、第一ガス導出口14および第二ガス導出口216それぞれに印加されるガスの圧力P6およびP4、そして、基板Wと基板Wに面したシール部材12の底面間の距離Dとにより決定される。また、ガス導入口とガス導出口間の水平距離も影響を与える。

【0057】

シール部材12の重さは圧力P3によって補正され、それによりシール部材12はウェハWからの距離Dを確定する。Dの減少はP3の増加となり、Dの増加はP3の減少となる。ゆえにこれは自己調整システムといえる。

【0058】

圧力P3による一定の押し出し力にて、距離Dは、圧力P4、P5、およびP6によって調整のみ可能とされる。しかし、P5、P6、およびDの組み合わせは、リザーバに液体11を保持する圧力である圧力P2を作り出す。所定の圧力レベルで液体の容器から抜け出す液体の量は計算可能であり、液体 $P_{liq}$ における圧力も重要である。 $P_{liq}$ がP2よりも大きい場合、液体はリザーバから抜け出る。また、 $P_{liq}$ がP2よりも小さい場合には好ましくは気泡が液体に発生する。液体に気泡が確実に出来ないよう、かつ、この液体の交換が必要である際にそれほど多くの液体が抜け出ることがないよう、P2を $P_{liq}$ よりもわずかに小さい値に維持していくようにすることが望ましい。好ましくは、これは全て定数Dによりなされる。部分220とウェハW間の距離D1を変えると、抜け出る液体の量が距離D1の2乗で変化するので、リザーバから抜け出す液体の量をかなり変えることが出来る。必要とされる距離の変動はわずか1mm程度のものであり、望ましくは10 $\mu$ mである。これは、100V以上のオーダの稼動電圧を有する圧電スタックにより容易に可能とされる。

【0059】

あるいは、部分230の底部に圧電素子を配置することにより、抜け出すことの出来る液体量を調整することが可能である。距離D2を変えることは圧力P2を変えるのに有効である。しかし、この解決法は、定数Dを維持するために、ガス導入口15における圧力P5の調整を必要とするであろう。

【0060】

当然、部分240の低位部分と基板W間の距離D3を同様の方法で変えることも可能であり、P2およびP3の個々の調整に使用することも可能である。P2およびP3を所望の値に変えるべく、圧力P4、P5、およびP6と、距離D1、D2、およびD3を全て別個に、あるいは組み合わせて調整することが可能であることが理解されよう。

【0061】

実際に、第2実施例は、リザーバ10の液体量のアクティブ管理における使用に特に有効である。基板Wの結像が行われていない投影装置のスタンバイ状態とは、リザーバ10の液体は空であるがそれによりシール部材12を支持するためにガスシールはアクティブであるという状態であろう。基板Wが配置された後、液体がリザーバ10内に導入される。次に基板Wが結像される。基板Wを取り除く前に、リザーバからの液体を取り除くことが出来る。最終基板の露光後にリザーバ10内の液体が取り除かれる。液体を取り除くたびに、前に液体が満たされていた領域を乾かすようにガスパージが適用されなくてはならない。上述したように定数P3を維持しながら、液体は、P2を変えることによって第2



実施例に従って装置において容易に完全に取り除かれることが出来る。他の実施例において、P5およびP6（かつ必要な場合、あるいは適切である場合、P4も）を変えることにより、同様の効果を達成することが出来る。

【実施例3】

【0062】

図6に示すように、第2実施例の代替案、あるいはさらなる展開として、第一ガス導出口14の内側（投影システムの光軸にさらに近い）に、基板Wに面したシール部材12の面にチャンネル320が設けられる。チャンネル320はガス導入口および導出口の14、15、216と同様の構成を有する。

【0063】

チャンネル320を用いることで、圧力P3とは別々に圧力P2を変えることが可能である。もしくは、リザーバ10の液面より上方の周囲圧へチャンネルを開口することにより、稼動中のリザーバからの液体消費がかなり減じられる。チャンネル320は他のどのような実施例とも組み合わせることが可能であり、特に第1実施例と組み合わせて使用され得るが、本実施例を第2実施例との組み合わせにおいて説明した。さらなる長所は、ガス導入口15および第一ガス導出口14（またある特定の実施例においては第二ガス導出口216も）が乱されないことである。

【0064】

さらに、ここでは3個のみの素子を示しているが、基板Wに面したシール部材12の面に何個のチャンネルでも取り入れることが可能である。各チャンネルは、液体供給システムの剛性、液体消費、安定性、あるいは他の特性を改善するために圧力を与えられている。

【実施例4】

【0065】

図7および図8に示した第4実施例は、以下に記載の内容を除いては第1実施例と同様である。しかし、第4実施例はここに記載のいずれか他の実施例とともに有効に使用することも可能である。

【0066】

第4実施例において、好ましくはポーラス・カーボンや多孔質セラミック部材といった多孔質部材410が、ガス導入口15に取り付けられる。ここでは、ガスはシール部材の底面から抜け出る。好ましくは、多孔質部材の底面はシール部材の底面と同一平面上にある。このポーラス・カーボン部材410は、（この場合基板Wにおける）完全に平らではない面に無関係であり、導入口14を抜け出るガスは導入口の出口全体によく分配される。シール部材12が基板Wのエッジ上に部分的に配置されるとき、このポイントにおいてガスシールが接触する面が平らでないとき、多孔質部材410を使用することによって得られる長所もまた明らかである。

【0067】

第4実施例の別形態において、多孔質部材410を真空チャンネル14に配置することが可能である。望ましくは圧力損失を回避しながら、多孔質部材410は、加圧状態を維持するように選択された孔を有するべきである。これは、基板Wのエッジを結像するときにより有利であり、ガスベアリングは基板Wのエッジ上を動作する。なぜならば、たとえエッジ位置における予圧が損失するとしても、予圧の変動をかなり減じて、そして、ステージ上の浮上高と力の連続的な変化において、真空チャンネルは多量かつ多種のガスにより汚染されないからである。

【実施例5】

【0068】

上記の実施例全てにおいて一般的に、自由表面を有する、空気といったガスに露出されるリザーバ10内に液体を有する。これは、投影システムPLの最終素子が、投影システムに静水力が増すことによるクラッシュの場合に破壊するのを防ぐためである。クラッシュの間、投影システムPLがそれに対して作用するとき、リザーバ10内の液体は抑制せず、液体が容易に上方にあがることを余儀なくされる。この解決法の欠点は、稼動中に自

由表面で表面波が生じ、それにより基板Wから投影システムPLに好ましからざる外乱を伝えることである。

【 0 0 6 9 】

この問題を解決する一つの方法は、リザーバ10が、特にその上面が、シール部材内に完全に含まれるようにすることである。液体は第二リザーバからダクトを通してリザーバ10に供給される。この第二リザーバは抑制されない最上面を有することができ、クラッシュの間、液体はダクトを通して第二リザーバ内に向かうことを余儀なくされることから、投影システムにおいて第一リザーバ10に大きな静水力が生じるのを回避する。

【 0 0 7 0 】

こうしたクローズドシステムにおいて、投影システムにおける液体の圧力の局所的増加10は、リザーバに連結するダクトが、次の等式に従う半径を有するダクトに等しい断面領域を確実に有することにより回避される。

【 数 3 】

$$R = \left( \frac{8 \Delta V \eta L}{\pi \Delta P t} \right)^{1/4}$$

ここで、Rはダクト半径であり、 $\Delta V$ は時間t内にリザーバ10から取り除かれなくてはならない液体の量であり、Lはダクトの長さであり、 $\eta$ は液体の粘度であり、そして $\Delta P$ は第二リザーバと第一リザーバ10間の圧力差である。基板テーブルが0.2m/秒（実20験により計測）の速度でクラッシュする可能性があり、かつ、 $\Delta P_{max}$ は $10^4$ Paである（最大圧力において投影システムの最終素子はダメージが生じる前は持ちこたえることが出来る）という仮定がたてられる場合、必要パイプ半径は0.2mのダクト長に対して約2.5ミリメートルである。望ましくは、ダクトの有効半径は式から得られる最小値の少なくとも2倍である。

【 0 0 7 1 】

投影システムPLがクラッシュ時になおかつ保護されるようにしながら、リザーバ10の液体において波の形成を回避するまた別の方法は、リザーバ10の液体の最上面における抑制膜510を液体の自由表面に提供することである。この解決法は、クラッシュの場合、高すぎる圧力にせずに液体を排出させるために、安全手段515を必要とする。その30一解決法を図9において示している。抑制膜は可とう性材料から成り、これは、液体の圧力が所定の許容最大値に達する前に液体が可とう性のある抑制膜510を変形させることにより、液体が、投影システムPLと抑制膜510間、もしくは抑制膜とシール部材間をそれぞれ抜け出すといった方法で、シール部材12の壁部あるいは投影システムに取り付けられる。このように、クラッシュの場合に投影システムPLに損傷を与えることなく、液体が安全膜を抜け出すことが可能である。この実施例に関して、リザーバ10の少なくとも体積の抑制膜上にスペースを有することが明らかに望ましい。よって、可とう性のある膜は、リザーバ10における液体の最上面において波の形成を回避し得るほど十分に堅いが、一旦液体が所定の静水圧に達すると、液体が抜け出るのを防止するほどには堅くない。より堅い抑制膜との組み合わせにおいて、所定圧力以上で液体の自由な流れを可能に40する圧力弁515を使用することで同様の効果が達せられる。

【 0 0 7 2 】

抑制手段のまた別の形態では、リザーバ10の液体の最上部の自由表面に粘度の高い液体を配置する。これは、クラッシュの場合に、投影システムPLを妨害せず液体を抜け出させながら表面波の形成を抑制する。当然、高粘度の液体はスペース10において使用される液体と非混和性でなくてはならない。

【 0 0 7 3 】

それに関する液体抑制手段510のさらなる代替案はメッシュで構成することである。この方法において液体の最上面は各々が小さい面積の複数部分に分割される。この複数部分の表面面積はメッシュの開口に等しく、それにより大きな表面波の生成が効果的に抑え50

られるため、このようにして、共振により作り出され、かつ投影システムを阻害する大きな表面波の発生を回避する。また、メッシュによって、その開口を通る液体の流れを可能にすることで、クラッシュの際に投影システム保護する効果的な圧力解除メカニズムがもたらされる。

【実施例 6】

【0074】

図 10 および図 11 に示した第 6 実施例は、以下に記載の内容を除いて第 1 実施例と同様である。第 6 実施例は上述の実施例における提案のいくつかを使用する。

【0075】

別の実施例において、投影システムの最終索子の下でこれを囲んで配置されたシール部材 12 により、投影システムの下領域に浸液 11 が閉じ込められている。

【0076】

シール部材 12 と基板 W 間のガスシールは、3 つのタイプの導入口および導出口から形成されている。シール部材は一般的に導出口 614、導入口 615、そして、さらにもう 1 つの導入口 617 を備えている。これらは、投影システム PL の最も近くに導出口 614 が、導出口 614 のすぐ外側にさらにもう 1 つの導入口 617 が、そして投影システム PL から最も遠くに導入口 615 が配置されている。導入口 615 は、環状のチャンバ 622 を介して、基板 W に面したシール部材 12 の表面にある複数の導出ホール 620 にガス供給がなされるエアベアリングから成る。導出口 620 を抜け出す空気の力は、シール部材 12 の重量の少なくとも部分を支持することと、投影システム PL の下の局所的な領域に閉じ込められる浸液をシールするのを助ける導出口 614 方向への空気の流れを可能にすることの両方の役割をなす。チャンバ 622 の目的は、別個のガス供給オリフィス 625 が導出ホール 620 で均一な圧力にてガスを供給するようにすることである。導出ホール 620 は直径が約 0.25 mm であり、約 54 個の導出ホール 620 がある。導出ホール 620 とチャンバ 622 間における流量制限にあるオーダの大きさの差があり、これは、少ない数、すなわち 1 つだけのメイン供給オリフィス 625 であっても、導出ホール 620 全てからの均一な流出を可能にする。

【0077】

導出ホール 620 を抜け出るガスは放射状に内側と外側の両方に流れる。導出口 614 から放射状に内側に流れる空気は、シール部材と基板 W 間のシールを形成するのに有効である。しかし、さらなる導入口 617 によりさらに空気の流れがもたらされる場合、シールを改善することが分かった。通路 630 はガスソース、例えば外気に連結している。導入口 615 からの空気の放射状の内側への流れは、さらなる導入口 617 から導出口 614 に向かってさらにガスを引き込むのに有効である。

【0078】

通路 630 の端部（連続する別々の導入口ではなく）に設けられた環状の溝 633 は、溝 633 の最も内側のエッジと導出口 614 間におけるガスのシーリングフローが外周全体において確実に均一であるようにする。溝は一般に幅が 2.5 mm であり、同様の高さを有するものである。

【0079】

溝 633 の最も内側のエッジ 635 は図示するような半径がもたらされ、通路 630 を通って導出口 614 に向かうガスのスムーズな流れを可能にする。

【0080】

導出口 614 はまた、高さがわずかに約 0.7 mm であるが、幅が 6 から 7 mm の連続した溝 640 を有する。溝 640 の最も外側のエッジ 642 は、ほぼ 90° の鋭いエッジがもたらされ、それによってガスの流れ、特に、さらなる導入口 630 からのガスの流れはガスシールの効果を高めるように加速される。溝 640 は、環状のチャンバ 647 につながる、よって別個の導出通路 649 につながる複数の導出ホール 645 を有する。複数の導出ホール 645 は直径が約 1 mm であり、それにより、導出ホール 645 を通過する水滴はより小さな水滴に細分される。

## 【 0 0 8 1 】

シール部材 1 2 の液体除去効果を、さらなる導入口 6 1 7 に連結した調整弁 6 3 8 によって調整することが可能である。弁 6 3 8 はさらなる導入口 6 1 7 を通る流量の調整に有効であり、それにより、導出口 6 1 4 を通るガスシールの液体除去効果を変える。

## 【 0 0 8 2 】

シール部材の全径は 1 0 0 m m 程度のものである。

## 【 0 0 8 3 】

図 1 1 は、図 1 0 のシール部材の下側の平面図である。図から分かるように、導入口 6 1 5 は複数の別個の導入ホール 6 2 0 として提供されている。エアベアリングとしての溝が、このようなシステムにおいて変動が設定されるような能力（ガスの圧縮可能特性による）を有することから、これはメインの導入口 6 1 5 に溝を使用することに対して長所がある。小さい直径の導入ホール 6 2 0 はその中のガスは低量であるから、その能力によって生じる問題にあまり悩まされない。

## 【 0 0 8 4 】

溝 6 3 3 の形状のさらなる導入口 6 1 7 は、別個の導入ホール 6 2 0 のみを使用するときには必ずしも可能でなかった、シール部材 1 2 の全円周において連続するガスの流れを可能にするために使用され得る。チャンバ 6 4 7、6 2 2 といったような有効な溝 6 4 0 を供給することにより別個の構成要素として導出口 6 4 5 を供給することは、流れを安定させるのに問題とはならない。

## 【 0 0 8 5 】

液体の導入口は図 1 0 および図 1 1 のシール部材 1 2 において示されておらない。液体は、前述の実施例にて示された方法と同様の方法にて供給されるか、あるいは、いくつかの液体は、欧州特許申請番号 0 3 2 5 6 8 2 0、6 号および同第 0 3 2 5 6 8 0 9、9 号において記載されているように導出入される。

## 【実施例 7】

## 【 0 0 8 6 】

第 7 実施例は以下に記載の内容を除いて第 6 実施例に類似する。図 1 2 は、図 1 1 と類似するシール部材 1 2 下側の平面図である。図 1 2 において、シール部材 1 2 には第 6 実施例に示したようなさらなる導入口は設けられないが、任意に追加することも可能である。

## 【 0 0 8 7 】

第 7 実施例のシール部材 1 2 は、導入ホール 7 2 0 により形成され、かつ、第 6 実施例の全体設計と同様のガスベアリング 7 1 5 から成る。導入口 7 1 4 は、それぞれガスソースと真空ソースに導く 2 つのみの通路 7 4 5 と 7 4 7 を有する環状の溝 7 4 0 から成る。この方法により通路 7 4 5 に連結したガスソースから、通路 7 4 7 に連結した真空ソースへの高速のガスの流れがもたらされる。この高速のガスの流れにより浸液をより効果的に排水することが可能となる。さらに、真空チャンバにおいてより大きく制限された真空の流れを作り出すことで、基板 W 上のシール部材 1 2 の高さの変動による流れのばらつき、あるいは表面における他の漏れのもと、ガスベアリングに対して予圧を与える真空チャンバの圧力に影響を与えない。

## 【実施例 8】

## 【 0 0 8 8 】

第 8 実施例は図 1 4 との関連において説明を行うものであり、以下に記載の内容を除いて第一実施例と同様である。

## 【 0 0 8 9 】

図 1 4 において分かるように、第 8 実施例は、第一実施例と同様導入口 8 1 5 と導出口 8 1 4 を備えたシール部材 1 2 を有する。しかし、導出口 1 4 の下に、あるいはこれのわずかに放射状の外側に、基板 W の面上のガスの速度を増すガスジェットが作り出されるように配列されたさらにもう 1 つの導入口 8 1 7 が設けられており、それによって浸液はより効果的に基板 W の表面から取り除かれる。さらなる導入口 8 1 7 は、投影システム P L

に放射状の内側に向かう角度で基板Wに向かって導かれるノズルによってもたらされる出口を有する。従い、最後の数マイクロメートルの液体フィルムを水から取り除くことの出来ない、基板表面上のゼロ速度で単純な放射線状の速度分布を有する、導入口815と導出口814間の層流（レイノルズ数が約300）が改善される。なぜならば、さらなる導入口817により、より高速の空気速度を有するガスが基板表面と接触するのを可能にするからである。

【0090】

図14から、さらなる導入口817のノズル出口が、導出口814の放射状の外側に、しかし、導入口815よりも導出口814の近くに設けられていることが分かる。

【実施例9】

10

【0091】

第9実施例を図15および図16に示しており、これは以下に記載の内容を除いて第一実施例と同様である。

【0092】

第9実施例において、基板Wに面するシール部材の底面における導出口914の口が、導出口914内への空気速度を増すように修正されている。これは、導出口914の通路を同じサイズに保ちながら、導入口914の口のサイズを減じることで達せられる。これは、シール部材12の材料を通路の中央に向かって伸長して、外側への追加部材940と内側への追加部材950を形成することにより、より小さい口を設けることで達成される。外側への追加部材940は内側への追加部材950よりも小さく、これら2つの部材 20  
940、950間のギャップは、導出口914の残り部分よりも約20倍小さい。口の幅は約100から300 $\mu$ mである。

【0093】

図16において、第9実施例のさらなる別の形態を示しており、ここでは、第8実施例における導入口817に類似するさらなる導入口917が設けられている。しかし、この場合、さらなる導入口917は基板Wの面にほぼ平行な噴流をもたらし、それにより導出口914の口に入るガスが加速される。

【実施例10】

【0094】

第10実施例を図17に示しており、本実施例は以下に記載の内容を除いて第1実施例 30  
と同様である。

【0095】

第10実施例において、第8実施例と同様の原理に従って基板Wの表面上のガス速度を増すことによって液体除去効率が改善される。導入口1015から出て、導出口1014に向かって放射状の内側に動くガスは、環状の溝1018の下を通過する。図示するように、溝の効果は、ガスがその放射状の最も外側にある溝に入り、放射状の内側面において基板Wの方向に角度を持って出ることである。従い、導出口1014への入り口で基板Wの表面上のガスの速度は増し、液体除去効率が改善される。

【0096】

どの実施例のフューチャであっても、他の実施例のいくつかの、あるいは全部のフュー 40  
チャとともに使用可能であることは明らかである。

【0097】

以上、本発明の実施形態を詳細に説明したが、本発明の範囲を逸脱することなく他の方法でも具体化できることは当業者にとって明らかである。本詳細説明は本発明を制限する意図ではない。

【図面の簡単な説明】

【0098】

【図1】本発明の実施例におけるリソグラフィ投影装置を示したものである。

【図2】本発明の第1実施例の液体リザーバを示したものである。

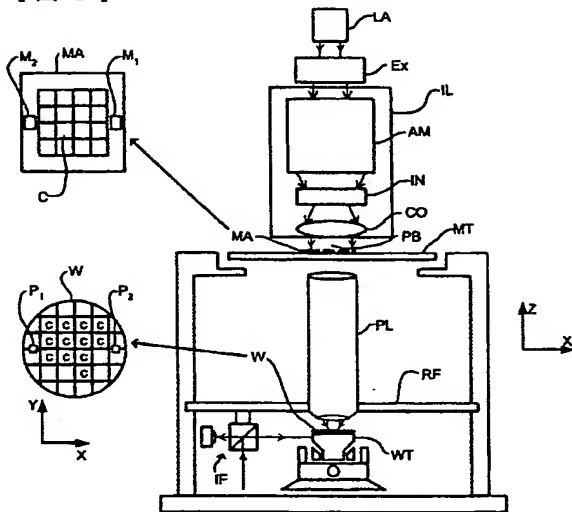
【図3】本発明の第1実施例の液体リザーバの部分の拡大図である。

50

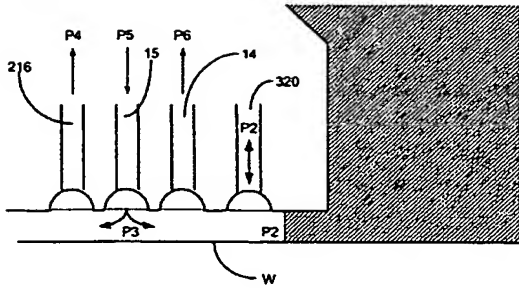
- 【図 4】 本発明の第 2 実施例の液体リザーバを示したものである。  
 【図 5】 本発明の第 2 実施例の液体リザーバの部分の拡大図である。  
 【図 6】 本発明の第 3 実施例の液体リザーバの拡大図である。  
 【図 7】 本発明の第 4 実施例の液体リザーバを示したものである。  
 【図 8】 本発明の第 4 実施例の液体リザーバの部分の拡大図である。  
 【図 9】 本発明の第 5 実施例の液体リザーバを示したものである。  
 【図 10】 本発明の第 6 実施例の液体リザーバを示したものである。  
 【図 11】 第 6 実施例のシール部材の下側の平面図である。  
 【図 12】 第 7 実施例のシール部材の下側の平面図である。  
 【図 13】 第 7 実施例の液体リザーバの断面図である。  
 【図 14】 第 8 実施例の液体リザーバの断面図である。  
 【図 15】 第 9 実施例の液体リザーバの断面図である。  
 【図 16】 また別の第 9 実施例の変形態様の液体リザーバの断面図である。  
 【図 17】 第 10 実施例の液体リザーバの断面図である。

10

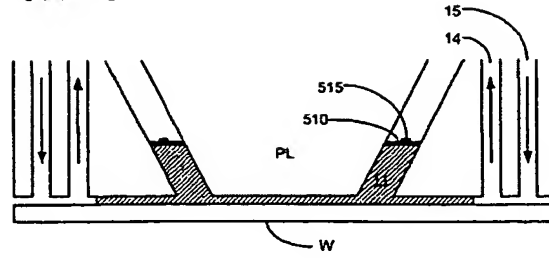
【図 1】



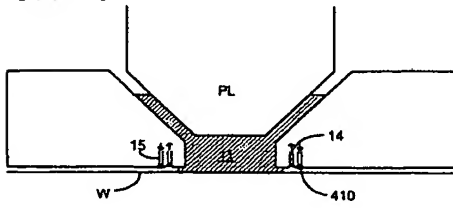
【 図 6 】



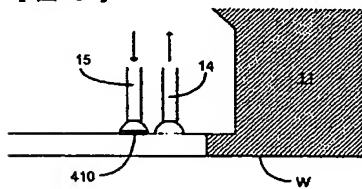
【 9 】



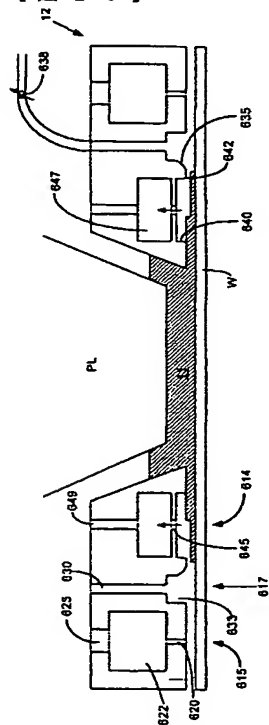
【 図 7 】



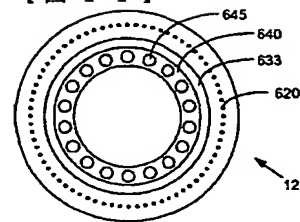
【 8 】



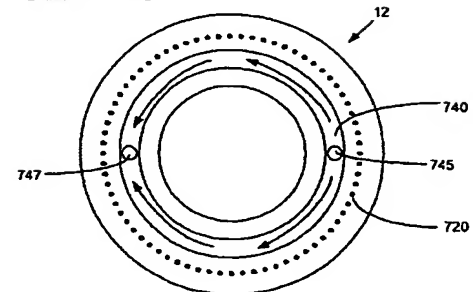
【 図 1 0 】



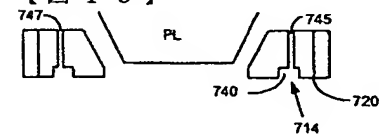
【 ㊦ 1 1 】



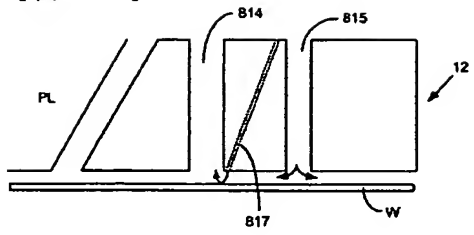
【 1 2 】



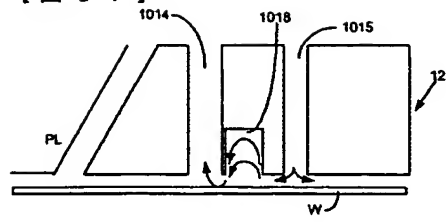
【图 13】



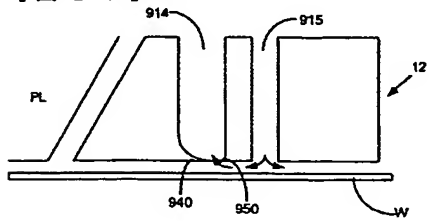
【図 14】



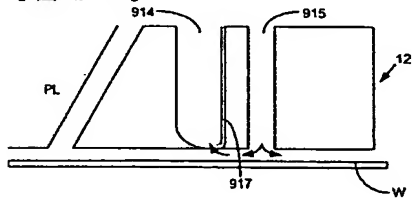
【図 17】



【図 15】



【図 16】





## フロントページの続き

- (72)発明者 ヨエリ ロフ  
オランダ国 エイントホーフエン、グラーフ アドルフストラート 6
- (72)発明者 アントニウス テオドルス アンナ マリア デルクセン  
オランダ国 エイントホーフエン、ピサノストラート 51
- (72)発明者 クリスティアーン アレクサンデル ホーゲンダム  
オランダ国 フェルトホーフエン、ルネット 43
- (72)発明者 アレクセイ コレスニチェンコ  
オランダ国 ニュメゲン、ムゼンブラーツ 110
- (72)発明者 エリク ローロフ ローブストラ  
オランダ国 ヘーゼ、ホディバルデュスラーン 15
- (72)発明者 テオドルス マリヌス モッデルマン  
オランダ国 ヌーネン、オウデ ケルクディユク 58
- (72)発明者 ヨハンネス カタリヌス フベルトゥス ムルケンス  
オランダ国 マーストリヒト、トンゲルセストラート 68
- (72)発明者 ローロフ アエイコ シープランド リトセマ  
オランダ国 エイントホーフエン、クリスティナストラート 116
- (72)発明者 クラウス シモン  
オランダ国 エイントホーフエン、オルデンガールデ 11
- (72)発明者 ヨハンネス テオドール デ スミット  
オランダ国 エイントホーフエン、トンゲルレセストラート 317エイ
- (72)発明者 アレクサンデル ストライユエール  
オランダ国 エイントホーフエン、シクラメンストラート 2
- (72)発明者 ボブ ストレーフケルク  
オランダ国 ティルブルグ、エスドールンストラート 31
- (72)発明者 ヘルマール ファン サンテン  
オランダ国 アムステルダム、ラーグテ カディユク 17イー
- Fターム(参考) 5F046 BA03 CB24 DA27 DC10